



**Universidad**  
**Zaragoza**

## **Trabajo Fin de Máster**

### **ANÁLISIS DE EFICIENCIA A TRAVÉS DEL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS. APLICACIÓN EN LAS UNIVERSIDADES PÚBLICAS DE ECUADOR**

#### **MÁSTER EN CONTABILIDAD Y FINANZAS**

Autora

**Carolina Cadena Morejón**

Directora:

**Isabel Brusca Alijarde**

Facultad de Economía y Empresa  
2018

Repositorio de la Universidad de Zaragoza – Zaguan  
<http://zaguan.unizar.es>

---

**ANÁLISIS DE EFICIENCIA A TRAVÉS DEL ANÁLISIS  
ENVOLVENTE DE DATOS.  
APLICACIÓN EN LAS UNIVERSIDADES PÚBLICAS DE  
ECUADOR  
Máster en Contabilidad y Finanzas.**

**Autora:** Carolina Cadena Morejón

**Directora:** Isabel Brusca Alijarde

**RESUMEN**

La medición de la eficiencia de las organizaciones públicas es un tema de elevado interés para los stakeholders, especialmente relevante en las universidades públicas, las cuales tienen un papel importante, dado que además de generadoras de conocimiento y capital humano, deben afrontar situaciones de índole económica y social derivadas del contexto en el que operan.

En este marco, el presente trabajo evalúa la eficiencia técnica de las universidades públicas de Ecuador de los años 2014-2016 utilizando la técnica del análisis envolvente de datos DEA. Dicha técnica no paramétrica calcula el nivel de eficiencia técnica para las 26 universidades públicas e igualmente permite establecer las mejoras necesarias en las universidades ineficientes, al compararlas con las unidades homogéneas, proporcionando una herramienta para la toma de decisiones en su gestión.

**Palabras claves:** Educación superior, análisis envolvente de datos, eficiencia, universidades públicas ecuatorianas, DEA, educación, evaluación.

## **ABSTRACT**

The measurement of the efficiency of public organizations is an interesting topic for stakeholders, specially in the case of public universities, which have an important role, as generators of knowledge and human capital. Furthermore, they must face situations of economic and social nature considering the context in which they operate.

In this framework, this work evaluates the technical efficiency of public universities of Ecuador for the years 2014-2016, using Data Envelopment Analysis (DEA). This non-parametric technique calculates the level of technical efficiency for the 26 public universities. In addition, it allows to identify the necessary improvements of inefficient universities, when compared with homogeneous units, providing a tool for decision making in its management.

# ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>EL SISTEMA ECUATORIANO DE EDUCACIÓN SUPERIOR</b>	<b>2</b>
2.1	ANTECEDENTES	2
2.2	ASPECTOS LEGALES	3
2.3	INSTITUCIONES DEL SISTEMA DE EDUCACIÓN SUPERIOR ECUATORIANO	3
2.4	RECURSOS ASIGNADOS A LAS UNIVERSIDADES PÚBLICAS ECUATORIANAS	5
<b>3</b>	<b>ASPECTOS TEÓRICOS Y REVISIÓN DE LA LITERATURA</b>	<b>6</b>
3.1	CONCEPTO DE EFICIENCIA	6
3.2	EFICIENCIA TÉCNICA	7
3.3	ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA)	7
3.3.1	ORIENTACIONES DEL MODELO BÁSICO	8
3.3.2	TIPOS DE RENDIMIENTOS A ESCALA	9
3.3.2.1	MODELO DEA - CCR	9
3.3.2.2	MODELO DEA – BCC	10
3.4	TRABAJOS PREVIOS SOBRE EL DEA EN UNIVERSIDADES	11
<b>4</b>	<b>ANÁLISIS EMPÍRICO DE LA EFICIENCIA A TRAVÉS DEL DEA. EL CASO DE LAS UNIVERSIDADES DE ECUADOR</b>	<b>22</b>
4.1	METODOLOGÍA DE ESTUDIO	22
4.2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	23
4.3	SELECCIÓN DEL MODELO	24
4.4	SELECCIÓN DE LAS VARIABLES DE INPUTS Y OUTPUTS	24
<b>5</b>	<b>ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS</b>	<b>29</b>
5.1	DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES	29
5.2	ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES SELECCIONADAS	33
5.3	RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA	34
5.4	ANÁLISIS DE LOS GRUPOS DE REFERENCIA	37
5.5	ANÁLISIS DE LAS MEJORAS POTENCIALES	40

5.6	ANÁLISIS DEL CAMBIO DE PRODUCTIVIDAD EN LAS UNIVERSIDADES	42
6	CONCLUSIONES	45
7	FUENTES BIBLIOGRÁFICAS	47
8	ANEXOS	50

## **ABREVIATURAS**

<b>CEAACES</b>	Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior
<b>CES</b>	Consejo de Educación Superior
<b>CONEA</b>	Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad
<b>DEA</b>	Data Envelopment Analysis
<b>DMU</b>	Unidades de decisión
<b>IES</b>	Institución educativa superior
<b>LOEI</b>	Ley de Orgánica de Educación Intercultural
<b>LOES</b>	Ley Orgánica de Educación Superior
<b>CCR</b>	Charnes, Cooper y Rhodes
<b>BCC</b>	Banker, Charnes y Cooper
<b>EFFCH</b>	Cambio de eficiencia técnica (catch up)
<b>TECHCH</b>	Cambio tecnológico (frontier shift)
<b>TFPCH</b>	Cambio de productividad total de factores

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de las IES por financiamiento	4
Tabla 2: Clasificación de las IES por categoría	4
Tabla 3: Estudios de eficiencia en la educación superior	18
Tabla 4: Propuesta de variables Input	28
Tabla 5: Propuesta de variables Output	28
Tabla 6: Estadísticos descriptivos del número de docentes	30
Tabla 7: Estadísticos descriptivos del número de personal administrativo y servicios	30
Tabla 8: Gasto Corriente Total	30
Tabla 9: Número de Investigadores	31
Tabla 10: Número de estudiantes matriculados	31
Tabla 11: Número de estudiantes graduados	32
Tabla 12: Número de publicaciones	32
Tabla 13: Número de proyectos de investigación	32
Tabla 14: Matriz de correlaciones de las variables inputs y outputs Año 2014.	33
Tabla 15: Resultados de eficiencia de las universidades años 2014 – 2016	35
Tabla 16: Evolución de universidades eficientes y con puntuación mayor de 90% a 2014-2016	36
Tabla 17: Universidades ineficientes y detalle de los grupos de referencia Año 2014	38
Tabla 18: Universidades ineficientes y detalle de los grupos de referencia Año 2015	38
Tabla 19: Universidades ineficientes y detalle de los grupos de referencia Año 2016	39
Tabla 20: Proyección de mejoras potenciales en inputs	40
Tabla 21: Proyección de mejoras potenciales en outputs	40
Tabla 22: Análisis del cambio de productividad en las universidades.	43
Tabla 23: Descomposición de la eficiencia técnica global.	44

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Gasto público en educación superior	5
Gráfico 2: Proceso productivo de las universidades	27

# ***1 INTRODUCCIÓN***

En los últimos años, la evaluación de resultados de las instituciones de educación superior ha generado un debate sobre la eficiencia de su gestión, debido a la financiación que perciben, ya sea total o parcial proveniente del sector público, por lo tanto, la eficiencia de esos fondos afecta a la eficiencia global.

La evaluación de la eficiencia de los servicios públicos es un problema relevante, debido a que la realización de una gestión eficiente requiere la identificación de los productos y recursos consumidos, tratando así garantizar la calidad de los servicios.

En el caso de las universidades, se encuentran expuestas al entorno actual, caracterizado por la reducción de los recursos financieros, materiales y humanos y el aumento de las exigencias de los diferentes grupos de interés, impactando en el desarrollo de la educación, surgiendo la necesidad de implementar mecanismos de gestión para controlar el empleo de los recursos y determinar si éstos son utilizados con eficiencia, convirtiéndose en un reto.

Como se recoge en la literatura, la medida de la eficiencia en las entidades privadas es representada por el resultado obtenido en el ejercicio, a diferencia las entidades públicas, en las que el resultado económico que obtienen en el desarrollo de sus actuaciones, no indica si la gestión ha sido realizada de forma o no eficiente. Por lo tanto, la medición el beneficio contable no resulta un indicador representativo de la gestión realizada y la búsqueda de indicadores que permitan medir la eficiencia es un reto para las entidades del sector público.

Los autores Charnes et al. (1978), señalan que por la dificultad de construir la función de producción en la educación superior se debe de establecer el proceso productivo e identificar los inputs y outputs inmersos en la educación superior. Esto hace necesaria la utilización de métodos no paramétricos para evaluar la eficiencia en este sector, y dentro de las diferentes metodologías existentes, el análisis envolvente de datos, conocido por sus siglas en inglés como DEA (Data Envelopment Analysis) es una técnica usualmente empleada para evaluar la eficiencia de las instituciones públicas y que ha tomado una importancia creciente a nivel mundial en las últimas dos décadas.

El propósito de este trabajo es analizar la eficiencia de las universidades públicas de Ecuador a través del empleo del método de análisis envolvente de datos (DEA), considerando que dichas unidades producen salidas (outputs) como resultado de la combinación de un conjunto de entradas (inputs) facilitando la construcción de la frontera eficiente a partir de los datos disponibles del conjunto de universidades objeto de estudio, para posteriormente identificar entre ellas cuáles son las unidades eficientes y las relativamente ineficientes.

En función de lo anterior, el trabajo se ha estructurado de la siguiente manera: tras la introducción, en el epígrafe dos se hace referencia al sistema educativo superior en Ecuador. En el epígrafe tres se detallan los aspectos teóricos y la revisión de la literatura,



definiéndose los conceptos de eficiencia y eficiencia técnica, que es un tema relevante para estudiar la eficiencia en el sector educativo superior, y posteriormente se presenta el método no paramétrico para la medición de la eficiencia, identificándose los trabajos previos del DEA en universidades. El epígrafe cuarto define el estudio de caso aplicado en el trabajo, delimitando la muestra y las variables objeto de estudio en el análisis empírico de la eficiencia a través del DEA en el caso de las universidades públicas de Ecuador. El epígrafe quinto presenta los correspondientes resultados al aplicar la técnica DEA a las universidades públicas ecuatorianas.

El trabajo finaliza con la presentación de las principales conclusiones obtenidas en el trabajo y las limitaciones del mismo.

## ***2 EL SISTEMA ECUATORIANO DE EDUCACIÓN SUPERIOR***

### **2.1 ANTECEDENTES**

La educación superior en el Ecuador contaba ya en el siglo XIX con un modelo educativo europeo, si bien presentaba fuertes cuestionamientos, principalmente por la falta de políticas para la mejora de la calidad, la ausencia de evaluaciones académicas, sin pertinencia y con escaso financiamiento.

Desde 1938, se expide la Ley de Educación Superior, que otorga a las universidades autonomía para su funcionamiento técnico y administrativo, estableciendo además los mecanismos de control legalmente establecidos para rendir cuentas a la sociedad sobre el buen uso de su autonomía y el cumplimiento de su misión, fines y objetivos.

En el año 2008, se aprueba la nueva Constitución de la República de Ecuador marcando el inicio de la reformulación del sistema educativo superior, desarrollándose un nuevo proceso de recuperación con la evaluación de todas las instituciones, realizada por el cesado Consejo de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior (CONEA).

Posteriormente, el 12 de octubre de 2010, la Asamblea Nacional establece la nueva Ley Orgánica de Educación Superior (LOES) estructurando un sólido esquema regido por los principios de: Autonomía Responsable, Cogobierno, Igualdad de Oportunidades, Calidad, Pertinencia, Integralidad y Autodeterminación.

Por lo tanto, la Constitución de la República del Ecuador define a la educación superior como un sistema que responde al interés público sin fines de lucro y otorga al Estado la exclusividad en la acción, control y regulación de la educación superior, integrando a la inversión pública denominada Plan Nacional para el Buen Vivir.

## **2.2 ASPECTOS LEGALES**

El sistema universitario del Ecuador se encuentra principalmente normado por las disposiciones contempladas en la Constitución de la República, aprobada el día 20 de octubre de 2008 por la Asamblea Constituyente y por la LOES aprobada el 12 de octubre de 2010 por la Asamblea Nacional.

El marco legal mencionado implementa un sistema de evaluación a todas las instituciones de educación superior, y bajo este nuevo enfoque se crearon tres nuevos organismos de administración:

- a. CES o Consejo de Educación Superior, que posee carácter administrativo y de control.
- b. CEAACES o Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior, que posee carácter técnico de evaluación de las universidades y asegurar la calidad de la educación por medio de la acreditación.
- c. SENESCYT o Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación, organismo encargado de la política pública de las universidades.

## **2.3 INSTITUCIONES DEL SISTEMA DE EDUCACIÓN SUPERIOR ECUATORIANO**

El sistema de educación superior está compuesto por universidades y escuelas politécnicas, y por institutos superiores técnicos, tecnológicos, pedagógicos, de artes y conservatorios. De acuerdo a lo anterior, el sistema universitario ecuatoriano se caracteriza por tres tipos de universidades:

- Universidad pública: aquella que está financiada en su totalidad por el Estado.
- Universidad particular que recibe rentas y asignaciones del Estado: es aquella universidad que, sin perder su carácter de privada, recibe fondos por parte del Estado y debe de responder ante los organismos de control.
- Universidad particular autofinanciada: tiene su funcionamiento de manera independiente, sin recibir ayuda directa alguna del Estado.

Actualmente en el Ecuador el sistema de educación superior, tal como puede verse en Tabla 1, se encuentra compuesto por 56 universidades y escuelas politécnicas; perteneciendo el 32% a particulares autofinanciadas, 14 % a particulares que reciben rentas y asignaciones del Estado y el 54% son públicas, es decir la mayoría de las universidades son de carácter público.

Es importante mencionar que entre los años 2008 y 2013 tras la evaluación realizada por el CEAACES, se suspendieron definitivamente 14 universidades y escuelas politécnicas por obtener un dictamen no aceptable en el cumplimiento de los parámetros de calidad.

Existen tres universidades de postgrados, de las cuales dos son públicas-la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) y el Instituto de Altos Estudios Nacionales (IAEN)-, y una particular autofinanciada-la Universidad Andina Simón Bolívar (UASB).

Recientemente se crearon cuatro universidades emblemáticas: la Universidad de Tecnología Experimental “YACHAY”, Universidad Regional Amazónica “IKIAM”, Universidad de las Artes “UNIARTES” y Universidad Nacional de Educación “UNAE”.

**Tabla 1: Clasificación de las IES por financiamiento**

<b>IES PREGADO</b>	<b>NÚMERO</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Particulares que reciben rentas y asignaciones del estado	8	14%
Públicas	30	54%
Particulares autofinanciadas	18	32%
<b>TOTAL</b>	<b>56</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia basada en información de CES (2018)

En materia de calidad y acreditación, la ley clasificó a las universidades en cuatro categorías: A, B, C y D, siendo la A, la de mejor desempeño y la D la de más bajo desempeño (Tabla 2). Los criterios de evaluación considerados son: organización, academia, investigación, vinculación con la sociedad, recursos e infraestructura y estudiantes.

**Tabla 2: Clasificación de las IES por categoría**

<b>INSTITUTOS</b>	<b>NÚMERO</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Categoría A	6	11%
Categoría B	27	48%
Categoría C	19	34%
Sin categoría	4	7%
<b>TOTAL</b>	<b>56</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia basada en Información de CES (2018)

Como puede verse en la tabla 2, de acuerdo a la categorización realizada por el CEAACES, las universidades y escuelas politécnicas que ofertan los servicios

académicos de pregrado calificadas son 52 instituciones, dado que en esta clasificación no constan cuatro universidades que fueron creadas recientemente y no se incluyeron en el proceso de categorización.

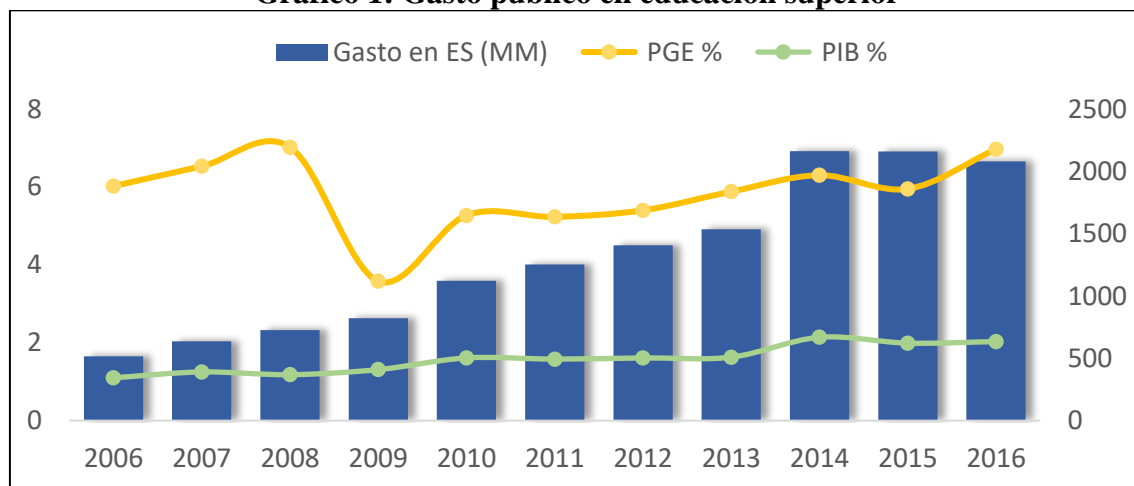
Con referencia al gráfico anterior se observa que únicamente el 11% se encuentran en la categoría A, el 48 % se encuentran clasificadas en la categoría B, el 34% se ubican en la categoría C y un 7% se encuentran sin categoría.

## 2.4 RECURSOS ASIGNADOS A LAS UNIVERSIDADES PÚBLICAS ECUATORIANAS

Respecto a los recursos financieros, éstos provienen de ingresos tributarios generales, y se distribuyen basándose en tres criterios: Calidad, Eficiencia y Excelencia Académica. En esta misma línea, la ley contempla la gratuidad de la educación superior pública, principio que a su vez tiene base constitucional. Para tener acceso a la gratuidad, se le exige al estudiante determinadas obligaciones académicas, y se financia una sola carrera o programa académico por estudiante, salvo que los estudiantes cambien de carrera.

Tras las transformaciones y reformas que han tenido lugar en la educación superior (Gráfico 1), en los últimos diez años el gasto público destinado a la educación superior en comparación al PIB pasó del 0,70% al 2,1%, evidenciándose el incremento en la asignación de los recursos. Existe una leve disminución del porcentaje en el 2014, debido a que se produjo un mayor crecimiento del PIB.

**Gráfico 1: Gasto público en educación superior**



Fuente: Sistema de información Financiamiento de la Educación Superior (CES)  
PGE: Presupuesto General del Estado; PIB: Producto Interior Bruto

Con la reforma, se implementó un nuevo modelo y una fórmula de distribución de los recursos públicos que destina anualmente el Estado a favor de las instituciones de educación superior, al objeto de cumplir con sus fines y con la gratuidad de la educación

superior. En el año 2013, el CES presentó el reglamento de aplicación de la fórmula de distribución de los recursos, indicando que se distribuirán con base a criterios de calidad, pertinencia, eficiencia, equidad, justicia y excelencia académica, y que entre otros parámetros prevalecerán los siguientes:

- Número de estudiantes y costo por carrera y nivel.
- Número, dedicación, título y experiencia docente en función de las evaluaciones pertinentes.
- Clasificación académica y tipología de instituciones, carreras y programas.
- Vinculación con la sociedad e interculturalidad.
- Eficiencia en docencia e investigación y relación con el desarrollo nacional y regional.
- Eficiencia terminal.
- Eficiencia administrativa

### ***3 ASPECTOS TEÓRICOS Y REVISIÓN DE LA LITERATURA***

En este apartado se analizan los aspectos teóricos más relevantes para el desarrollo de nuestro trabajo. Así, a continuación, se presentan los conceptos de eficiencia y eficiencia técnica tomando como referencia el trabajo de Farrell (1957), posteriormente se expone el método no paramétrico para la medición de la eficiencia, y finalmente se hace una revisión de los trabajos realizados sobre medición de la eficiencia en el ámbito de la educación superior.

#### **3.1 CONCEPTO DE EFICIENCIA**

El término de eficiencia engloba gran complejidad a la hora de definirlo. Desde una perspectiva macroeconómica, este término describe la asignación de los recursos que son escasos para una sociedad, y será eficiente el sistema económico cuando proporciona más bienes y servicios utilizando los mismos recursos, de modo de no hay nadie que pueda mejorar su bienestar sin afectar el de otro, a esto también se lo denomina como Pareto eficiente.

Desde el punto de vista microeconómico, la eficiencia está vinculada a la producción midiendo el nivel máximo de producción frente a una cantidad de factores productivos, o la cantidad mínima de inputs necesaria para obtener un nivel determinado de output, evidenciándose el grado de optimización obtenido en relación con los recursos empleados.

Sin embargo, en el área educativa Ventura (1999 ) afirma que es oportuno mencionar el concepto de eficiencia técnica o productiva para el área educativa, porque indica el grado de aprovechamiento técnico de los recursos puestos al servicio de la producción educativa.

### **3.2 EFICIENCIA TÉCNICA**

Farrell (1957) fue el primer autor en introducir una aproximación cuantitativa de la eficiencia y propuso su medición desde una perspectiva real y no perfecta, donde cada unidad de decisión pueda ser evaluada en relación con otras unidades homogéneas.

Por lo tanto, Farrell (1957) define la eficiencia técnica como la capacidad de una unidad tomadora de decisiones de producir un máximo nivel de outputs, dentro de la frontera de producción, dado un conjunto de inputs. Además, si la orientación es input representaría la cantidad mínima requerida de inputs, combinados en una cierta proporción, para lograr un nivel dado de output (Pinilla, 2001).

La eficiencia técnica se centra en el proceso productivo, específicamente en las cantidades de input y output, determinando que una entidad pública es eficiente cuando con sus recursos obtiene el máximo resultado posible (eficiencia en inputs); o, si consigue alcanzar una producción establecida utilizando los recursos mínimos (eficiencia en outputs).

La presente investigación se centra específicamente en la eficiencia técnica por medio de la utilización de técnicas avanzadas de gestión, como el DEA, que permite conocer la eficiencia global de una IES, facilitando la realización de estudios de análisis comparativos entre instituciones.

### **3.3 ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA)**

El DEA es un método de análisis de frontera no paramétrico con base de programación matemática, empleado para medir la eficiencia productiva en bienes o servicios de un conjunto de unidades que han de ser homogéneas, es decir, deben producir los mismos outputs a partir de inputs y tener los mismos objetivos. Este método fue desarrollado en el artículo de Charnes et al. (1978), basándose en la investigación realizada por Farrell en 1957, siendo su principal objetivo medir la eficiencia relativa de un conjunto de unidades productivas que tienen múltiples insumos (inputs) y productos (outputs), y así establecer las pautas que permitan la mejora de las ineficiencias identificadas.

Este método utiliza la frontera de producción o frontera eficiente, para identificar la envolvente con todas las unidades eficientes, y el conjunto de unidades hipotéticas construidas al aplicar el supuesto de convexidad, formulando para ello un algoritmo de programación lineal. Ahora bien, el resto de unidades ineficientes quedan debajo de la misma, y la envolvente marca la distancia de las unidades ineficientes a la envolvente determinando así el nivel de ineficiencia.

Permite evaluar la eficiencia relativa de un conjunto de Unidades de Decisión (Decision Making Units, DMU) o sistemas ( $S_j$ ) de producción de bienes o servicios homogéneos entre sí, considerando que a partir de los mismos inputs produzcan el mismo tipo de outputs. Dichas unidades transforman una serie de  $m$  inputs en una serie de  $s$  outputs, si  $m$  y  $s$  son iguales a 1, es decir, un único input y output, la eficiencia relativa de cada unidad  $j$  puede evaluarse como la simple relación entre la cantidad de su único output y la cantidad de su único input, es decir:

$$\text{Eficiencia } S_j = \frac{\text{inputs}_j}{\text{outputs}_j} \text{ para } j = 1, \dots, n$$

Cuando se quieren evaluar  $n$  sistemas con más de un input y más de un output, la expresión de la eficiencia debería consignarse como el cociente entre la suma ponderada de los inputs y la suma ponderada de los outputs. En este caso hay que definir los pesos de cada salida y cada entrada definidos como  $u_r$  y  $v_i$ .

### 3.3.1 ORIENTACIONES DEL MODELO BÁSICO

Coria (2011) manifiesta que dentro de la metodología DEA se pueden encontrar distintos modelos de acuerdo a la orientación de los productos o los inputs, y el tipo de rendimientos a escala que caracteriza la producción.

De acuerdo a la orientación que tengan las variables, podemos diferenciar los siguientes enfoques:

- a) Orientación Input: este enfoque busca la máxima reducción proporcional en el vector de inputs mientras se opere en el conjunto de posibilidades de producción. Una unidad no sería eficiente si puede reducir cualquier input sin modificar la cantidad de su output.
- b) Orientación Output: dado el nivel de inputs, se busca el máximo incremento proporcional de los outputs, permaneciendo dentro de la frontera de posibilidades de producción. Una unidad puede ser eficiente si es posible incrementar cualquier output sin incrementar ningún input.

Teniendo en cuenta la orientación, una unidad de decisión será considerada eficiente toda vez que no es posible incrementar las cantidades de output manteniendo fijas las cantidades de inputs utilizadas ni es posible disminuir las cantidades de inputs empleadas sin modificar las cantidades de outputs obtenidas.

En la Ilustración 1 se representa la frontera de producción bajo el supuesto de rendimientos constantes a escala, teniendo un único input y un único output, identificándose que la unidad A es ineficiente técnicamente al encontrarse por debajo de la frontera.

### 3.3.2 TIPOS DE RENDIMIENTOS A ESCALA

Para evaluar la eficiencia de un conjunto de unidades es necesario identificar la clasificación de los modelos de acuerdo a su rendimiento a escala, que reflejan los incrementos de todos los factores de producción de forma proporcional, y se clasifican en los siguientes

- Modelo de rendimientos constantes a escala: cuando el incremento porcentual del output es igual al incremento porcentual de los recursos productivos.
- Modelo de rendimientos crecientes a escala: cuando al variar la cantidad utilizada de todos los factores en una determinada proporción, la cantidad obtenida del producto varía en una proporción mayor.
- Modelo de rendimientos decrecientes a escala: cuando el incremento porcentual del output es menor que el incremento porcentual de los inputs.

#### 3.3.2.1 MODELO DEA - CCR

Este primer modelo DEA fue nombrado en honor a los autores Charnes, Cooper y Rhodes, y también es conocido en la literatura como modelo CCR, o de rendimientos constantes de escala, siendo éste el cociente entre la suma ponderada de outputs y la suma ponderada de los inputs, y se emplea para evaluar a las unidades cuando presentan rendimientos contantes a escala tanto para las entradas como para las salidas.

Este modelo plantea una función objetivo que calcula la eficiencia de cada unidad maximizando su eficiencia para el que se desea determinar los pesos  $u_r$  y  $v_i$  de los inputs y outputs considerados, por lo tanto los resultados del modelo proporcionan el parámetro de la eficiencia de cada unidad y los pesos que han permitido lograr la eficiencia. Para medir la eficiencia, este modelo propone la optimización del siguiente problema:

$$\text{Max}_{u,v} h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r_0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i_0}}$$

Sujeto a:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r_0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i_0}} \leq 1,$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad r=1, 2, \dots, \quad i=1, 2, \dots, m$$



Donde:

- $u_r =$  peso asociado al output genérico i-ésimo
- $v_i =$  peso asociado al input genérico i-ésimo
- $y_j =$  cantidad de output de la unidad j
- $x_i =$  cantidad de input de la unidad j
- $n =$  número total de DMUs
- $x_{ij} =$  cantidad de input y consumida por cada unidad “j”
- $y_{rj} =$  cantidad de output “r” producida por la unidad “j”
- $x_{i_o} =$  cantidad de input “y” que consume la unidad evaluada
- $y_{r_o} =$  cantidad de output que produce unidad evaluada

Si el óptimo obtenido es 1, entonces la unidad es eficiente en términos relativos respecto a las otras que no son eficientes, es decir, que tienen valores inferiores a 1. Por el contrario, si el óptimo es menor que 1 ello simboliza que, aun habiendo elegido la DMU evaluada con sus pesos mejores, existen DMUs en la muestra que combinan sus inputs y outputs de una manera más eficiente.

La eficiencia relativa de cada unidad se obtiene a través del siguiente programa lineal:

$$\text{Max } h_o \sum_{r=1}^s u_r y_{r_o}$$

Sujeto a:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m v_i x_{i_o} &= 1 \\ \sum_{r=1}^s u_r y_{r_j} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} &\leq 0 \quad j=1, 2, \dots, n \\ u_r &\geq 0 \quad v_i \geq 0 \end{aligned}$$

Para obtener la eficiencia relativa de cada DMU, se resuelve el problema lineal n veces.

### 3.3.2.2 MODELO DEA – BCC

Este modelo fue desarrollado por los autores Banker, Charnes y Cooper en 1984 recibiendo su nombre por representación de los mismos, y nace como extensión del modelo DEA- CCR planteada por los autores Charnes, Cooper y Rhodes (1978). El planteamiento de este modelo consistió en incluir rendimientos de escala variables. Este cambio surge entendiendo que en la economía clásica se consideran los rendimientos a escala crecientes, constantes o decrecientes, considerando que tener un rendimiento constante es una situación muy restrictiva y no real. Este modelo supone que la tecnología otorga rendimientos variables a escala, teniendo la siguiente expresión:

$$\text{Min } h_o$$

Sujeto a:

$$\begin{aligned} h_0 x_{i_0} - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j &\geq 0 & i = 1, 2, \dots, n \\ -y_{r_0} + \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j &\geq 0 & r = 1, 2, \dots, n \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j &= 1 & \lambda_j \geq 0 & j = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

Ahora bien, la eficiencia calculada en los resultados obtenidos al aplicar el modelo DEA - BCC, son similares a los que proporciona el modelo DEA - CCR, solamente que ahora se puede descomponer la eficiencia técnica en pura y escala, para establecer para cada unidad el tipo de rendimiento con el que opera.

### 3.4 TRABAJOS PREVIOS SOBRE EL DEA EN UNIVERSIDADES

En este apartado se presentan los principales estudios realizados para medir la eficiencia de las universidades mediante el empleo de la técnica del DEA. Cabe señalar que autores, han centrado su investigación tanto en determinadas áreas o departamentos universitarios.

La evaluación de la eficiencia técnica de las instituciones de educación superior públicas ha adquirido relevancia en los últimos años, siendo objeto de análisis en numerosos trabajos tanto a nivel nacional como internacional, destacándose los realizados en Estados Unidos, Reino Unido y Australia. A continuación, se describen los principales trabajos:

En EEUU, uno de los trabajos pioneros es de Ahn et al. (1988), que evaluaron la eficiencia de las universidades de 161 instituciones estadounidenses para el período 1984-1985, obteniendo de resultado que las instituciones públicas son más eficientes que las privadas, se tomó el criterio de agrupación aquellas que tenían o no facultades de medicina, justificándolo por su elevado coste. En 1989, dichos autores comparan entre sí universidades en el estado de Texas. Unos años después, Rhodes y Southwick (1993) analizaron a las universidades estadounidenses encontrando que la eficiencia de media para las instituciones privadas era mejor que las públicas. Los autores Ahn y Seiford (1993) cuestionan la medición de la eficiencia de las universidades, y comprueban la robustez de los resultados al emplear diferentes especificaciones de los modelos y variando las variables seleccionadas: los autores muestran en sus resultados que las instituciones públicas son más eficientes que las privadas.

En Reino Unido, los trabajos de Athanassopoulos y Shale (1997), Flegg et al. (2004) y Johnes (2006 y 2008) evalúan la eficiencia de las instituciones universitarias británicas, encontrando que las universidades obtienen altos niveles de eficiencia que oscilan entre un 85% y un 96% en promedio.

En Australia, destacan los trabajos (Avkiran, 2001; Abbot y Doucouliagos, 2003),

evalúan la eficiencia del sistema universitario al año 1995. Concluyen que la eficiencia del sector para ese año es de aproximadamente el 91%. Estudios posteriores como el de Lee (2011), que mide la eficiencia en el período 2006-2009, obtienen un resultado significativamente inferior, en torno al 75%.

Para el caso español, Gómez (2005) estudio la eficiencia individual de treinta y cinco universidades públicas españolas utilizando los modelos con rendimientos constantes y con rendimientos variables, identificando que el número de universidades eficientes es menor con rendimientos variables, utilizando cuatro variables de entrada y tres de salida. Pina y Torres (1995) analizaron la eficiencia de 22 departamentos de contabilidad de las universidades españolas con la utilización del modelo CCR, con rendimientos constantes. Martín (2003) analizó 52 departamentos de la Universidad de Zaragoza para el año 1999, por medio del modelo DEA CCR. Vázquez (2011) analiza la eficiencia técnica de las universidades españolas bajo diferentes combinaciones de input, output y grupos de universidades obtiene una eficiencia promedio en el período 2002- 2008 del 86%.

Si nos centramos en el caso concreto de los trabajos realizados sobre la evaluación de la eficiencia mediante el método DEA en la educación superior para el caso de Ecuador, cabe destacar que la investigación es escasa, evidenciándose que este tipo de estudios es reciente, destacándose el trabajo de (Alvarado 2016) que analiza la eficiencia estática y dinámica de las 26 universidades públicas con un análisis comparativo entre los años 2003 y 2007 con orientación output. Los autores Santana y Rodríguez (2017) desarrollaron una exhaustiva revisión sobre las particularidades de la evaluación de la eficiencia en las universidades ecuatorianas y demuestran la viabilidad y pertinencia del uso del DEA como técnica para su medición en Ecuador.

En resumen, la evaluación de la eficiencia en el sector educativo presenta complicaciones al momento de medir los resultados de un proceso productivo, lo que ha motivado a realizar diversas investigaciones que permitan evaluar la eficiencia con la que actúan las unidades, y debido a ciertas características de este sector resulta ser un proceso muy complejo la selección de las variables a tratar.

La tabla 3 muestra las variables input y output utilizados de trabajos relevantes en el marco de la investigación en el sector de la educación superior.

**Tabla 3: Estudios de eficiencia en la educación superior**

AUTOR(ES)	OBJETO DE ESTUDIO	INPUTS	OUTPUTS	METODOLOGÍA
<b>Ahn, Charnes y Cooper (1988)</b>	Universidades de Estados Unidos	-Salarios del gobierno para la investigación -Transferencias del gobierno para la investigación -Gastos administrativos -Inversión total en equipamiento	-Matriculados en programas de grado -Matriculados en programas de postgrado -Horas dedicadas a docencia por semestre -Financiación privada de la investigación	DEA
<b>Ahn, Charnes y Cooper (1989)</b>	Universidades públicas de Texas	-Salarios de facultad -Fondos de investigación del Estado -Gastos generales administrativos -Inversión total en plantas físicas	-Número de matriculados de grado -Número de matriculados graduados -Horas crédito totales por semestre -Fondos de investigación federales y privados	DEA CCR orientación input
<b>Ahn y Seiford (1993)</b>	Instituciones públicas y privadas de Estados Unidos	-Salarios de facultad -Inversión física -Gastos	- Estudiantes de grado equivalentes a TC -Graduados -Grados y subvenciones (becas) comprenden la mezcla de outputs.	DEA BCC DEA CCR DEA Multiplicativo DEA Aдитivo
<b>Coelli (1998)</b>	Universidad de Nueva Inglaterra y 35 universidades de Australia	Modelo 1: -Número de personal total -Gastos de no personal -Otros gastos -Otros gastos administrativos -Personal administrativo Modelo 2: -Gastos de no personal -Otros gastos -Otros gastos administrativos -Personal administrativo Modelo 3: -Gastos de no personal -Otros gastos	Modelo 1: -Número de estudiantes -Índice de publicaciones (ponderado por tipo)  Modelo 2: - Número de estudiantes -Índice de publicaciones (ponderado por tipo)  Modelo 3: -Número de estudiantes -Número de personal total	

AUTOR(ES)	OBJETO DE ESTUDIO	DE	INPUTS	OUTPUTS	METODOLOGÍA
<b>Athanassopulos y Shale (1997)</b>	45 Universidades de Reino Unido (No incluye a las antiguas y las que no tienen todo los estudios) período 1992-1993		-Número de estudiantes ETC -Número de estudiantes de posgrados ETC -Número de Personal Académico ETC -Puntuación media del nivel de entrada de los estudiantes en los últimos 3 años -Ingresos de investigación -Gastos en los servicios de biblioteca e informática	-Número de alumnos que abandonan con éxito el grado (Número de egresados) -Número de títulos superiores adjudicados para posgrado (Número de titulados) -Valoración ponderada de investigación (índice ponderado de los datos de la RAE)	DEA CCR orientación output DEA BCC orientación output
<b>Abbott y Doucouliagos (2003)</b>	36 universidades públicas australianas		-Número total de personal académico TC -Número de personal no académico TC -Gasto en inputs de trabajo (energía, servicios académicos y de administración no salarial, edificios y terrenos, librerías y servicios a estudiantes). Son los gastos corrientes salvo retribuciones de personal.	Docencia: -Número de estudiantes equivalente TC (EFTS) -Número de programas ofertados de doctorado y posgrado -Número de diplomas otorgados a nivel de grado y posgrado (expedidos el último curso) Investigación: -Asignación de investigaciones - Subvenciones en investigaciones -Gastos en investigaciones	
<b>Gómez Mancebón (2005)</b>	47 universidades públicas en el año 2000		-Número de profesores TC -Gastos corrientes en bienes y servicios	-Número de alumnos graduados -Publicaciones ponderadas por el factor de impacto de la investigación en revistas ISI en el año 2000	DEA- Multiactividad DEA-BCC
<b>Johnes (2006)</b>	100 institutos de educación superior de Inglaterra		-Número de estudiantes de grado -Número de estudiantes de postgrado -Número de profesores -Amortizaciones e intereses -Gasto total en bibliotecas -Gastos de administración y servicios centrales excluyendo a gastos de personal académico	-Títulos de grado ponderados -Títulos de postgrado -Valor de las ayudas recibidas del Higher Education	

AUTOR(ES)	OBJETO DE ESTUDIO	INPUTS	OUTPUTS	METODOLOGÍA
<b>Agasisti y Pérez Esparrells (2007)</b>	76 universidades italianas públicas y 74 privadas y 74 universidades españolas públicas y privadas	-Número de estudiantes -Número de profesores -Recursos financieros disponibles	-Número de graduados -Recursos captados para actividades de investigación	
<b>Coria (2011)</b>	38 Universidades Argentinas de gestión estatal	-Alumnos matriculados -Cargos docentes exclusivos equivalente -Gastos en personal -Gastos de funcionamiento - Docentes investigadores	-Graduados - Producción científica	CCR y BBC output
<b>Vázquez (2011)</b>	47 Universidades Públicas Presenciales Españolas	-Personal Docente e Investigador (equivalente a tiempo completo) - Gastos corrientes en bienes y servicios - Monto I+ D (investigación básica y aplicada) con rezago de 4 años	-Número de alumnos graduados en 1° y 2° ciclo -Número de artículos ISI publicados al año por universidad	
<b>Larrán y García (2014)</b>	47 universidades públicas presenciales españolas	-Nº de Profesores a tiempo completo -Recursos no financieros propios y ajenos	-Nº de alumnos graduados -Nº de alumnos matriculados - Publicaciones JCR - Sexenios por profesor - Número de tesis leídas - Número de proyectos aprobados por el Ministerio - Nº patentes -Nº proyectos y financiación recibida por investigación aprobados por el Ministerio	DEA CCR DEA BCC

AUTOR(ES)	OBJETO DE ESTUDIO	INPUTS	OUTPUTS	METODOLOGÍA
<b>Martí, Puertas y Calafat (2014)</b>	44 universidades públicas españolas	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Número de matriculados: alumnos de grado y posgrado que van a cursar master o doctorado</li> <li>-Gastos corrientes (material de oficina, suministros, transportes, publicaciones, etc.)</li> <li>-Número de profesores a tiempo completo: funcionarios docentes y contratados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Número de graduados en las ramas de humanidades, sociales y jurídicas, experimentales, ciencias de la salud y técnicas</li> <li>-Ingresos por investigación tanto de la actividad investigadora como de otros servicios orientados hacia la sociedad</li> <li>-Tesis doctorales leídas en los campos de artes y humanidades, ciencias sociales y jurídicas, ciencias de la salud e ingeniería y arquitectura</li> </ul>	DEA con orientación output
<b>Alvarado (2016)</b>	26 universidades públicas años 2008-2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Número de personal docente e investigador a tiempo completo por cada 100 estudiantes</li> <li>- Proporción de personal administrativo y servicio a tiempo completo con relación al personal docente e investigador a tiempo completo</li> <li>- Gasto corriente en bienes y servicios para cada estudiante matriculado</li> <li>- Número de investigadores</li> <li>- Tamaño de las universidades: estudiantes matriculados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Número de graduados</li> <li>- Número de publicaciones en revistas indexadas</li> <li>- Número de proyectos de investigación</li> </ul>	CCR con orientación output

Fuente: Elaboración propia

## **4 ANÁLISIS EMPÍRICO DE LA EFICIENCIA A TRAVÉS DEL DEA. EL CASO DE LAS UNIVERSIDADES DE ECUADOR**

### **4.1 METODOLOGÍA DE ESTUDIO**

Para la obtención de los niveles de eficiencia se ha empleado la técnica de programación matemática no paramétrica denominada Análisis Envolvente de Datos o por sus siglas en inglés denominada DEA. De acuerdo a las características del sector universitario, el modelo DEA brinda ventajas en su utilización, como la flexibilidad en la modelización, resuelve el problema de ausencia de precios de los inputs y outputs (desconocidos en las IES), y permite construir una frontera de producción con unidades de gran diversidad, siempre y cuando exista un cierto grado de homogeneidad entre ellas.

Además, mediante el Índice de Malmquist se descomponer el cambio de la (producción total de factores de una unidad productiva en: a) cambio debido a la mejora de la eficiencia técnica (y ésta a su vez en eficiencia pura y eficiencia de escala) y b) el debido al cambio técnico o progreso tecnológico. Por su naturaleza, para el uso de esta técnica solamente se requieren datos relativos a cantidades, y no hay necesidad de efectuar supuestos sobre la forma funcional de la función de producción (Vázquez, 2011). Una de las ventajas más destacables es que permite descomponer la productividad en dos componentes: el cambio en la eficiencia técnica y el cambio debido a los progresos tecnológicos.

Por lo tanto, el objetivo principal del trabajo es evaluar la eficiencia de las universidades públicas ecuatorianas con la aplicación del Análisis envolvente de Datos (DEA) para el período 2014 – 2016.

Los objetivos específicos que se han establecido son los siguientes:

- a) Seleccionar el conjunto de variables input y output que se consideran más adecuados para construir la función de producción.
- b) Diagnosticar qué universidades públicas tienen un mayor nivel de eficiencia.
- c) Identificar la evolución de la eficiencia técnica presente en las universidades públicas ecuatorianas.
- d) Analizar el cambio en la productividad medido con el Índice de Malmquist del sistema de educación superior público ecuatoriano para el período 2014 – 2016.

Para alcanzar estos objetivos se ha seleccionado como "unidades tomadoras de



decisiones" a las universidades públicas de Ecuador, efectuando un análisis de la eficiencia en la gestión de los recursos materiales, humanos y financieros (inputs), para desarrollar las funciones de docencia e investigación (outputs).

En la metodología DEA existen innumerables modelos, la elección del más conveniente en el presente trabajo depende de la adaptación a las características del objeto de análisis. Por lo tanto, para el desarrollo del presente trabajo se utilizan los métodos con rendimientos de escala constantes, el CCR y el de rendimientos variables conocido como BCC con orientación al output para la evaluación de la eficiencia, es decir, se analizará en qué porcentaje las universidades públicas pueden incrementar su producción docente e investigadora, a partir de los recursos disponibles.

La investigación realizada se estructura de la siguiente forma: En primer lugar, se describe la muestra objeto de análisis. En segundo lugar, se caracteriza la función de producción que se va a estimar, se define el modelo envolvente de datos y se determina los inputs y outputs del modelo. Con los datos obtenidos se exponen los principales estadísticos descriptivos de las variables utilizadas en este trabajo para analizar la eficiencia de las universidades públicas ecuatorianas.

Se exponen los resultados relativos a las medidas de eficiencia técnica al aplicar el DEA sobre una muestra de 26 universidades públicas ecuatorianas en el período 2014- 2016 por medio de los softwares Win4DEAP2 (Window for Deap) y SPSS, permitiendo analizar las mejoras potenciales del sector, dado que se identifican las DMUs de referencia.

Y, por último, se analizó el cambio de productividad total de factores de dichas instituciones y los posibles cambios de eficiencia técnica y cambio tecnológico que respaldan tal comportamiento.

## **4.2 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA**

El sistema de educación superior público ecuatoriano está compuesto por 30 universidades y escuelas politécnicas públicas, tal como hemos señalado anteriormente, dejando así al margen a otras universidades que podrían calificarse como privadas. Cuatro de ellas son conocidas como emblemáticas (UARTES, IKIAM, YACHAY, y la UNAE), ya que fueron creadas recientemente tras su aprobación en la Ley Orgánica de Educación Superior en el año 2010, como un proyecto para fortalecer la educación en las áreas de

conocimiento de ciencias puras, ciencias de la vida, artes y docencia, por lo que no cuentan con una categoría otorgada por el CEAACES y se encuentran en proceso de desarrollo.

Por tal motivo la muestra seleccionada está compuesta por 26 universidades públicas y escuelas politécnicas de Ecuador (Anexo 1). Se han descartado las cuatro universidades nuevas antes mencionadas, dado que en ese caso no se cumpliría con uno de los requisitos del análisis, dado que las unidades a analizar deben de ser homogéneas y presentar características productivas e institucionales idénticas.

#### **4.3 SELECCIÓN DEL MODELO**

Al evaluar la eficiencia de las universidades por medio de la metodología DEA, es importante especificar el modelo más apropiado y su orientación de acuerdo al objetivo que se persigue en la investigación e identificar aquellas unidades más eficientes.

En cuanto a la orientación del modelo se ha seleccionado la maximización del output, en razón de que las instituciones de educación superior tienden en su mayoría a maximizar los niveles de producción a partir de los recursos disponibles, es decir, los gestores no tienen relevancia sobre los inputs, y dirigen toda su atención a maximizar el nivel de output.

Vásquez (2011) reconoce que los rendimientos constantes a escala asumen que no hay una relación significativa entre la operación y la eficiencia, es decir, las grandes universidades son tan eficientes como las universidades pequeñas en el proceso universitario a diferencia de los rendimientos de escala variable (BCC) que al existir un incremento en inputs se obtiene un incremento elevado en outputs.

En base a la investigación previa acerca los modelos, no existe una especificación en función del tipo de rendimientos, por lo tanto, para comprobar los efectos sobre los resultados de la selección de distintas especificaciones, se ha optado por los modelos CCR y BCC con orientación output aplicado sobre el conjunto de actividades de docencia e investigación, sin considerar una muestra homogénea.

#### **4.4 SELECCIÓN DE LAS VARIABLES DE INPUTS Y OUTPUTS**

Un aspecto importante en la evaluación de la eficiencia en las universidades por medio de la metodología DEA, es la selección de inputs y de outputs. A pesar de que no existe un método o modelo establecido, es necesario identificar cómo actúan los inputs y los outputs en el proceso productivo de educación superior. Coelli (1996) afirma que uno de

los primeros pasos para la medición de la eficiencia es construir empíricamente la función de producción.

En el caso ecuatoriano, al revisar su legislación, se identificaron las siguientes funciones dentro del proceso de producción:

- Establecer centros de investigación científica y tecnológica, para fomentar y ejecutar programas de investigación en la ciencia, la tecnología, las artes, las humanidades y los conocimientos ancestrales. Esto podría resumirse por tanto en su actividad de investigación.
- Preparar a profesionales y líderes con pensamiento crítico y conciencia social, y que contribuyan al mejoramiento de la producción intelectual y de bienes y servicios. Esta segunda función podría englobarse en la actividad de docencia.
- Realizar actividades de extensión orientadas a vincular su trabajo académico con todos los sectores de la sociedad, mediante programas de apoyo a la comunidad, como consultorías, asesorías, investigaciones, estudios, capacitación u otros medios. La hemos designado como extensión universitaria.

Por lo tanto, entre las funciones que tiene la universidad destacan como más relevantes la docencia, la investigación y la extensión universitaria, por lo que para la selección de un modelo de función de producción se debe considerar el que mejor refleje las relaciones entre los inputs y los outputs.

En la revisión de literatura se ha observado cierta diversidad en los indicadores utilizados como variables de inputs y outputs, como consecuencia de las diferencias existentes en relación a la disponibilidad de datos que, en muchas ocasiones, condiciona la elección de los indicadores.

Entre los inputs se incluyen de manera general a los gastos en personal y de funcionamiento, la cantidad de docentes, de docentes equivalentes a tiempo completo, la relación entre la cantidad de docentes y alumnos, la cantidad de alumnos y la cantidad de investigadores. Además, las universidades en el proceso de producción implican la prestación del servicio educativo utilizando distintos insumos para obtener como resultado la transformación del recurso humano inicial, el alumno matriculado, en el recurso final, es decir, el alumno graduado. (Piffano, 2005).

A continuación, se detallan las variables más representativas de inputs como de outputs:

La variable número total de docente se destacan los trabajos de autores (Coelli ,1998; Abbott y Doucouliagos, 2003; Gómez y Mancebón, 2005; Johnes, 2006; Agasisti y Pérez Esparrells, 2007, Vázquez, 2011; Larrán y García,2014; Martí, Puertas y Calafa y Alvarado (2016).

Otro de los inputs dentro del bloque de recursos humanos es el de número de estudiantes matriculados utilizado por autores como (Athanassopulos y Shale, 1997; Johnes ,2006; Agasisti y Pérez,2007; Coria,2011; Alvarado,2016).

La variable input número de personal administrativo se ha utilizado en los trabajos (Abbott y Doucouliagos, 2003; Alvarado,2016).

Aquellos gastos corrientes en bienes y servicios se enfatizan (Abbott y Doucouliagos, 2003; Gómez y Mancebón ,2005; Johnes, 2006; Vázquez, 2011; Alvarado, 2016).

El input estudiantes matriculados se comprende en los trabajos (Athanassopulos y Shale,1997; Johnes, 2006; Agasisti y Pérez, 2007; Coria,2011; Alvarado, 2016)

El número de investigadores con el título de doctor se destacan las investigaciones (Coria, 2011; Alvarado, 2016)

Las actividades básicas de la universidad se concretan en outputs de docencia e investigación. Ambas tareas se traducen, en la práctica, en la formación de alumnos y la publicación de las investigaciones a continuación se presentan las variables más importantes.

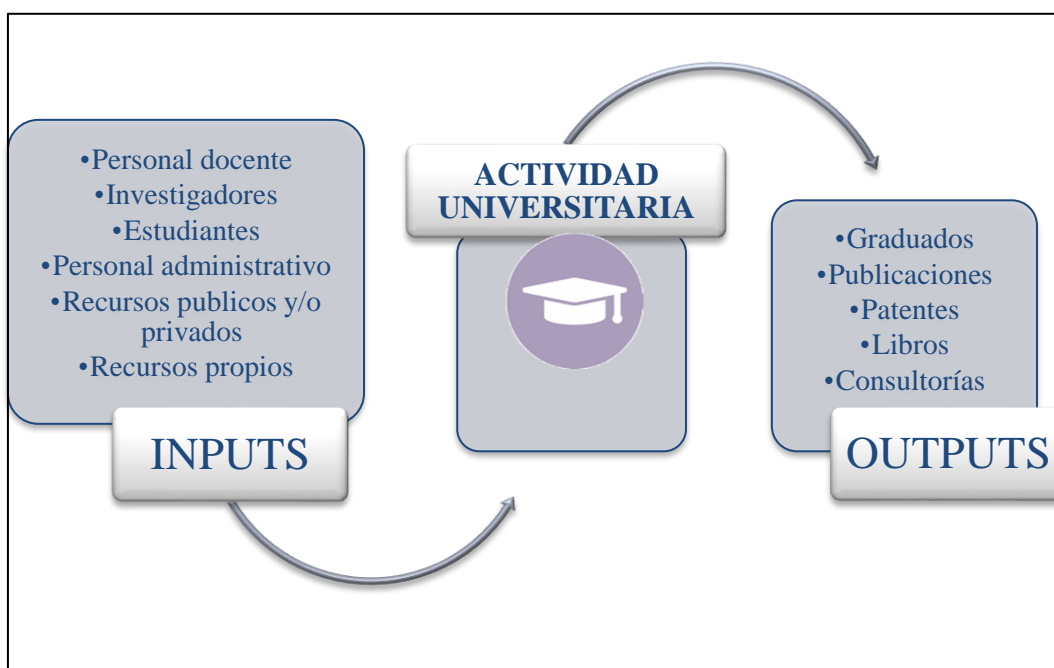
Uno de los indicadores más empleados en el caso de las universidades españolas para la medición de la investigación, por medio del número de artículos publicados (Coelli,1998; Gómez y Mancebón, 2005; Coria, 2011; Vázquez, 2011; Alvarado, 2016).

Para el output estudiantes graduados se encuentran los trabajos de (Ahn, Charnes y Cooper, 1989; Ahn y Seiford, 1993; Gómez y Mancebón, 2005; Agasisti y Pérez Esparrells, 2007; Coria, 2011; Vázquez, 201; Alvarado, 2016)

Y acerca de los proyectos de investigación se destacan (Vázquez, 2011; Alvarado, 2016)

Teniendo presente el tipo de actividad realizada, en la siguiente representación se visualiza el proceso productivo universitario:

**Gráfico 2: Proceso productivo de las universidades**



Fuente: Elaboración propia.

En definitiva, el gráfico 2 muestra aquellos indicadores de la actividad docente más utilizados son aquellas variables relacionadas con: el número de profesores, el personal de administración y servicios, el número de estudiantes matriculados y los recursos financieros de gastos realizados en bienes y servicios, personal, corrientes, entre otros. Y la actividad investigadora presenta una relación con el número de estudiantes graduados, el número de publicaciones, las patentes, libros y proyectos de investigación realizados.

Además de lo anterior, también se debe tener en cuenta que las actividades de docencia e investigación son producidas a partir de un conjunto de inputs comunes: los docentes, recursos económicos y materiales. Es por ello que se considera que las actividades de docencia e investigación son actividades interrelacionadas, por tanto, deben ser analizadas.

Con base a la literatura se ha determinado que los inputs son homogéneos a través de las universidades, y que las variables del gráfico 2 son establecidas en función de la naturaleza de la utilización de los recursos humanos y financieros en el proceso productivo para obtener determinados outputs, como la actividad docente e investigadora de las universidades.

**Tabla 4: Propuesta de variables Input**

<b>INPUTS</b>	
<b>DOC</b>	Número total de personal docente contratado
<b>ADM</b>	Personal de administración y de servicios.
<b>GTOCC</b>	Obligaciones totales de la liquidación del presupuesto referentes al capítulo de gasto corriente.
<b>INVES</b>	Número de investigadores con título de PhD.
<b>MATRICU</b>	Número de estudiantes matriculados al año estudiantil

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5: Propuesta de variables Output**

<b>OUTPUTS</b>	
<b>GRADU</b>	Número de alumnos graduados
<b>PUBLI</b>	Número de documentos publicados al año por las universidades ecuatorianas en revistas indexadas
<b>PROY</b>	Número de proyectos de investigación

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se describe cada variable seleccionada y su fuente de información:

- **DOC:** El número de docentes que ofrecen sus servicios en las instituciones de educación superior; Universidades y Escuelas Politécnicas, se obtuvo del Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador (SNIESE) disponible para los años 2014 y 2015. Para el año 2016, se buscó en la información en los informes de rendición de cuentas.
- **ADM:** La información correspondiente al número de personal administrativo y de servicios (incluye el personal con contrato ocasional y nombramiento) se obtuvo de los informes de rendición de cuentas y de gestión para los años 2014, 2015 y 2016.
- **GTOCC:** Se tomó el valor total gasto corriente del presupuesto liquidado de gastos de las universidades, que incluye a las operaciones corrientes, es decir a los gastos de personal, gasto corriente en bienes y servicios, gastos financieros y transferencias y donaciones corrientes y otros gastos. (miles de dólares). Se obtuvo la información revisando cada informe de rendición de cuentas, y en el apartado de transparencia de la página web, en el numeral g que presenta el presupuesto ejecutado al período correspondiente de cada institución.

- **INVES:** Corresponde al número de docentes con título de PhD. en las Universidades y Escuelas Politécnicas del Ecuador registrado en el Sistema de Información de Educación Superior (SNIESE), que pertenece a la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación – SENESCYT para los años 2014, 2015 y 2016.

- **MATRIC:** Este valor es representado por el número de estudiantes matriculados en el año académico correspondiente. La información se obtuvo del Sistema Nacional de información de la educación superior (SNIESE) para los años 2014 y 2015. Para el año 2016, la información se la obtuvo de los informes de rendición de cuentas presentados en el apartado de transparencia de la página web de cada universidad.

- **GRADU:** La información obtenida corresponde al número de estudiantes titulados, se obtuvo la información del Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador (SNIESE) para los años 2014, 2015. Para el año 2016, la información de la base de datos no estaba disponible a 2016, por tal motivo se obtuvo la información del número de graduados de los informes de rendición de cuentas presentados en el apartado de transparencia de cada página web de cada universidad.

- **PUBLI:** Corresponde al número de artículos publicados en SCOPUS, y se obtuvo la información de la base de datos bibliográfica de revistas científicas de la literatura revisada por pares, SCOPUS para los años 2014, 2015 y 2016.

- **PROY:** La información del número de proyectos de investigación ejecutados en el período se obtuvo de los informes de rendición de cuentas e informes de gestión de cada universidad, para los años 2014, 2015 y 2016.

## **5 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

### **5.1 DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES**

Antes de presentar los resultados, se presentan los principales estadísticos descriptivos de las variables seleccionadas para el análisis de la eficiencia del sector de la educación superior pública ecuatoriana para el período 2014-2016 (Tablas, 6, 7 y 8).

**Tabla 6: Estadísticos descriptivos del número de docentes**

	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
<b>Máximo</b>	4472	3383	2653
<b>Mínimo</b>	79	126	134
<b>Desviación Típica</b>	1016,60	699,38	611,807
<b>Media</b>	1042,50	777,88	742,27
<b>Mediana</b>	784	673	629

Fuente: Elaboración propia

La variable número de docentes (Tabla 6) experimenta un aumento del valor mínimo de 2014 a 2016, pasando de 79 docentes en 2014 a 134 en 2016, sin embargo, el valor máximo presenta una evolución negativa a lo largo del tiempo, disminuyendo de forma notable el número de docentes en un 40,68%. La desviación típica alcanza valores cercanos al promedio, por lo que el cálculo del coeficiente de variación revela valores elevados comprendidos entre 0,82 a 0,98. Esto implica una elevada heterogeneidad en las universidades ecuatorianas respecto al número de docentes.

**Tabla 7: Estadísticos descriptivos del número de personal administrativo y servicios**

	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
<b>Máximo</b>	1318	2195	2113
<b>Mínimo</b>	99	108	126
<b>Desviación Típica</b>	297,283	428,972	401,89
<b>Media</b>	439,15	500,46	497,65
<b>Mediana</b>	363,00	337,00	399,50

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al número de personal docente (Tabla 7) experimenta un aumento tanto en el valor máximo, pasando de 1310 administrativos en el 2014 a 2113 en el 2016, y el número mínimo presenta un leve incremento al 2014 de 99 servidores a 2016 con 126 empleados, en conclusión, el personal administrativo a lo largo del tiempo ha ido incrementándose en términos porcentuales en un 60%.

**Tabla 8: Gasto Corriente Total**

	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
<b>Máximo</b>	131.268.825,40	150.541.321,50	151.579.738,30
<b>Mínimo</b>	5.694.511,06	6.470.475,54	6.441.571,38
<b>Desviación Típica</b>	30.794.601,53	35.600.110,97	35.235.800,44
<b>Media</b>	32.958.882,18	37.010.424,67	38.059.327,47
<b>Mediana</b>	22.494.609,98	25.013.095,89	27.896.930,68

Fuente: Elaboración propia



La variable del gasto corriente total (Tabla8), en lo que refiere al valor máximo y mínimo presenta una evolución positiva a lo largo del período 2014 -2016. Así, el valor máximo aumenta de 131,26 millones de dólares en 2014 a 151,57 millones de dólares en 2016, lo que supone un incremento de 15%. El valor mínimo presenta una evolución positiva, aumentando de 2014 a 2016 un 13%.

**Tabla 9: Número de Investigadores**

	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
<b>Máximo</b>	121	176	316
<b>Mínimo</b>	4	3	3
<b>Desviación Típica</b>	28,945	41,965	74,719
<b>Media</b>	28,65	42,04	65,38
<b>Mediana</b>	17,50	29,50	41,50

Fuente: Elaboración propia

La variable número de investigadores (Tabla 9) indica que el período de análisis ha tenido una evolución muy alta del valor máximo, pasando de 121 en 2014 a 316 en 2016, en términos porcentuales representa un 161% de incremento, es evidente esta evolución tras la obligación de las universidades de contratar docentes con formación de PhD. para la mejora de la calidad de la educación e investigación, además el valor mínimo disminuye levemente en un investigador y se mantiene constante en tres investigadores en 2015 y 2016.

**Tabla 10: Número de estudiantes matriculados**

	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
<b>Máximo</b>	71948	64841	63397
<b>Mínimo</b>	867	1519	1066
<b>Desviación Típica</b>	14613,63	13914,00	12993,47
<b>Media</b>	12480,35	13024,88	12226,08
<b>Mediana</b>	9214,50	9779,00	9854,00

Fuente: Elaboración propia

La variable de estudiantes matriculados (Tabla 10) experimenta una disminución de estudiantes del valor máximo de 2014 a 2016, pasando de 71948 a 63397, sin embargo, el valor mínimo presenta una evolución positiva en el período de análisis, aumentando un 11,88% el volumen de estudiantes matriculados.

**Tabla 11: Número de estudiantes graduados**

	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
<b>Máximo</b>	14888	16097	14482
<b>Mínimo</b>	20	42	112
<b>Desviación Típica</b>	2923,52	3444,04	2945,31
<b>Media</b>	2241,31	3219,42	2575,77
<b>Mediana</b>	1551,50	1961,50	1838,00

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al número de estudiantes graduados (Tabla11), entre los años 2014 y 2015 presentan un incremento del 8% en el valor máximo, pero en el año 2016 el número de graduados disminuye en relación al 2014 un 2,72% y al 2015 un 10,03%.

**Tabla 12: Número de publicaciones**

	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
<b>Máximo</b>	85	150	246
<b>Mínimo</b>	0	0	0
<b>Desviación Típica</b>	24,302	41,52	69,827
<b>Media</b>	16,42	29,50	49,92
<b>Mediana</b>	6,00	13,00	25,00

Fuente: Elaboración propia

La variable de número de publicaciones (Tabla 12) presenta un incremento muy fuerte en el máximo pasando de 85 a 246, lo que representa un 189% de publicaciones y el esfuerzo realizado por las universidades ecuatorianas en incrementar la investigación de calidad y la presencia internacional.

**Tabla 13: Número de proyectos de investigación**

	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
<b>Máximo</b>	153	116	199
<b>Mínimo</b>	3	0	0
<b>Desviación Típica</b>	32,143	33,27	52,33
<b>Media</b>	25,08	29,35	53,27
<b>Mediana</b>	12,00	14,50	34,00

Fuente: Elaboración propia

La variable proyectos de investigación (Tabla 13) muestra una evolución positiva del valor máximo a lo largo del tiempo, pasando de 153 en 2014 a 199 en 2016, lo que representa un incremento del 30%. Sin embargo, en el número mínimo, en los años 2015 y 2016 existen universidades públicas que no realizan proyectos de investigación.

## 5.2 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES SELECCIONADAS

En este epígrafe se presenta la matriz de correlación para el conjunto de inputs y outputs seleccionados en los tres años objeto de estudio. La tabla 14 muestra los resultados, para su interpretación se han señalado los inputs de docencia de color plomo y los de investigación de color naranja.

**Tabla 14: Matriz de correlaciones de las variables inputs y outputs Año 2014.**

AÑO 2014								
	DOC	ADM	GTOCC	INVES	MATRIC	GRADU	PUBLI	PROY
DOC	1,000							
ADM	0,585	1,000						
GTOCC	<b>0,693</b>	<b>0,771</b>	1,000					
INVES	0,061	0,400	0,366	1,000				
MATRIC	<b>0,777</b>	<b>0,803</b>	<b>0,910</b>	0,165	1,000			
GRADU	<b>0,760</b>	<b>0,789</b>	<b>0,828</b>	0,088	<b>0,953</b>	1,000		
PUBLI	0,047	0,370	0,443	<b>0,917</b>	0,201	0,628	1,000	
PROY	0,019	0,398	0,400	0,658	0,233	0,247	<b>0,794</b>	1,00
AÑO 2015								
	DOC	ADM	GTOCC	INVES	MATRIC	GRADU	PUBLI	PROY
DOC	1,000							
ADM	<b>0,933</b>	1,000						
GTOCC	<b>0,947</b>	<b>0,858</b>	1,000					
INVES	0,370	0,412	0,458	1,000				
MATRIC	<b>0,968</b>	<b>0,881</b>	<b>0,973</b>	0,301	1,000			
GRADU	<b>0,914</b>	<b>0,853</b>	<b>0,908</b>	0,216	<b>0,942</b>	1,000		
PUBLI	0,371	0,370	0,428	<b>0,835</b>	0,268	0,233	1,000	
PROY	0,540	0,580	0,577	0,636	0,506	0,513	<b>0,721</b>	1,000
AÑO 2016								
	DOC	ADM	GTOCC	INVES	MATRIC	GRADU	PUBLI	PROY
DOC	1,000							
ADM	<b>0,853</b>	1,000						
GTOCC	<b>0,962</b>	<b>0,780</b>	1,000					
INVES	0,209	0,163	0,273	1,000				
MATRIC	<b>0,925</b>	<b>0,890</b>	<b>0,897</b>	0,114	1,000			
GRADU	<b>0,895</b>	<b>0,882</b>	<b>0,846</b>	0,093	<b>0,937</b>	1,000		
PUBLI	0,361	0,319	0,430	0,454	0,263	0,192	1,000	
PROY	0,415	0,364	0,475	0,385	0,336	0,278	0,666	1,000

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla anterior, se considera que aquellos valores iguales o mayores que 0,70 corresponden a una correlación fuerte y positiva, indicando los resultados que se describen a continuación:

Las variables número del personal docente, gasto corriente, estudiantes matriculados y el número de graduados presentan una correlación muy fuerte para los años 2014, 2015 y 2016, lo que es lógico asumir que a mayor número de docentes habrá un mayor número

de estudiantes matriculados y graduados. Por lo tanto, el monto del gasto corriente se incrementa al existir un mayor número de docentes generando una correlación alta.

Además, en el año 2014 se presenta una correlación moderada de 0,585 del número de personal administrativo y de servicios con la planta docente, que frente a los años 2015 y 2016 presentan correlaciones de 0,933 y 0,853 lo que significa que a mayor número de docentes existe un mayor número de empleados en las áreas administrativas.

En cuanto a las variables de gasto corriente, el número de estudiantes matriculados y el número de graduados, presentan una fuerte correlación para los años 2014, 2015 y 2016 lo que significa que aquellas universidades que poseen un elevado número de estudiantes matriculados y graduados, realizan un mayor gasto corriente en sus actividades.

Respecto al número de investigadores, se observa una elevada correlación con el número de publicaciones realizadas entre los años 2014 y 2015, por lo que es lógico asumir que la función científica se traduce en publicaciones de documentos procedentes del personal investigador. El año 2016, presenta una correlación moderada de 0,454, notándose que el número de investigadores en este año está cada vez menos relacionado con el nivel de publicaciones.

El número de estudiantes matriculados y de graduados, para los tres años presentan unas correlaciones mayores a 0,93 esta relación es la esperada porque al existir un mayor número de estudiantes habrá mayor número de graduados.

Existe correlación positiva fuerte entre el número de investigadores que tiene cada universidad con relación al número de proyectos de investigación. Para el período 2014 - 2015 la correlación es mayor a 0,72, para el año 2016 se disminuye levemente a un 0,66 concluyendo que ante un mayor número de docentes investigadores mayor será la investigación en las universidades.

### **5.3 RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA**

A continuación, en la tabla 16, se presentan los resultados obtenidos al aplicar la metodología DEA mediante los modelos CCR, BCC y efecto escala con orientación output de las universidades públicas ecuatorianas 2014 -2016. Además, se obtiene la eficiencia efecto escala a través del cociente entre ambos modelos, identificándose una dimensión más óptima donde la ineficiencia se presenta al no operar con el tamaño adecuado.

Tabla 15: Resultados de eficiencia de las universidades años 2014 – 2016

Nro.	Universidad	2014			2015			2016		
		CCR	BCC	Efecto Escala	CCR	BCC	Efecto Escala	CCR	BCC	Efecto Escala
1	EPN	0,903	0,914	0,988	1,000	1,000	1,000	0,973	0,985	0,988
2	ESPAM	0,555	0,563	0,986	0,660	0,948	0,696	0,421	0,963	0,437
3	ESPOCH	1,000	1,000	1,000	0,794	0,810	0,980	0,523	0,625	0,837
4	ESPOL	1,000	1,000	1,000	0,918	0,923	0,995	1,000	1,000	1,000
5	UAE	0,546	0,813	0,672	0,981	1,000	0,981	0,959	1,000	0,959
6	UCE	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
7	UC	0,950	0,969	0,980	0,671	0,673	0,997	0,738	0,778	0,949
8	UG	1,000	1,000	1,000	0,792	1,000	0,792	0,960	1,000	0,960
9	ESPE	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
10	UEA	0,252	1,000	0,252	0,826	1,000	0,826	0,547	1,000	0,547
11	UEB	1,000	1,000	1,000	0,869	1,000	0,869	0,630	1,000	0,630
12	UNEMI	1,000	1,000	1,000	0,937	1,000	0,937	0,452	0,532	0,850
13	UNESUM	0,471	1,000	0,471	0,804	1,000	0,804	0,669	1,000	0,669
14	UPSE	0,797	1,000	0,797	1,000	1,000	1,000	0,604	0,785	0,769
15	ULEAM	0,638	0,642	0,994	0,594	0,646	0,920	0,752	0,789	0,953
16	UNACH	0,644	0,753	0,855	0,545	0,579	0,941	0,660	0,672	0,982
17	UNL	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
18	UPEC	1,000	1,000	1,000	0,401	1,000	0,401	0,308	1,000	0,308
19	UTA	0,550	0,552	0,996	0,559	0,585	0,956	0,453	0,455	0,996
20	UTB	0,707	1,000	0,707	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
21	UTC	0,646	1,000	0,646	0,654	0,741	0,883	1,000	1,000	1,000
22	UTMACH	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
23	UTM	0,716	0,721	0,993	0,468	0,537	0,872	0,726	0,828	0,877
24	UTN	0,539	0,583	0,925	0,603	0,605	0,997	0,358	0,382	0,937
25	UTEQ	0,834	1,000	0,834	0,748	0,793	0,943	1,000	1,000	1,000
26	UTELVT	1,000	1,000	1,000	0,803	0,980	0,819	1,000	1,000	1,000
<b>Promedio</b>		<b>0,798</b>	<b>0,904</b>	<b>0,888</b>	<b>0,793</b>	<b>0,878</b>	<b>0,908</b>	<b>0,759</b>	<b>0,877</b>	<b>0,871</b>
<b>Desviación típica</b>		<b>0,222</b>	<b>0,160</b>	<b>0,193</b>	<b>0,188</b>	<b>0,169</b>	<b>0,133</b>	<b>0,243</b>	<b>0,192</b>	<b>0,194</b>

Fuente: Elaboración propia

Una vez aplicada la técnica DEA se observa en la Tabla 15 que los niveles de eficiencia obtenidos no están relacionados con el tamaño de las universidades, medido en número de estudiantes matriculados. Por tanto, puede afirmarse, al igual que en el trabajo de Alvarado (2016), que universidades grandes como la UC, UG, medianas ESPOL, UC y pequeñas como la EPN resultan eficientes.

La eficiencia promedio al aplicar el método CCR describe una evolución negativa en el período de análisis. Así, en 2014 se observa una puntuación de eficiencia media de 79,8% lo que se interpreta que el nivel de output obtenido es inferior en un 20,20% al que se podría obtener si operaran las universidades eficientemente. Mientras que en 2016 la eficiencia media con el modelo CCR disminuye a 75,90%, obteniendo una diferencia del 4,89%.

Por otra parte, al medir la eficiencia con el modelo BCC de rendimientos variables de escala, los valores de eficiencia promedio mejoran notablemente, en el año 2014 el nivel de output promedio obtenido está en 9,6%, lo que representa un 10,6% de diferencia positiva respecto a los resultados obtenidos bajo el modelo de rendimientos constantes.

En resumen, al medir la eficiencia con el modelo BCC las universidades muestran una evolución negativa de las eficiencias promedio de los años 2014 a 2016, siendo el promedio de 2014 de 90,40% y el de 2016 de 87,7% lo que supone una disminución del 2,98%.

Las diferencias presentadas al aplicar los modelos CCR y BCC se reproducen al considerar la escala de producción. Para un mejor contraste se presenta la eficiencia en escala para profundizar la ineficiencia en los índices evaluados bajo rendimientos constantes.

En promedio, la ineficiencia en escala que se obtiene para el año 2014 es de 11,20%, 2015 es de 9,2% y al año 2016 es del 12,9%. Al identificar a aquellas universidades con los índices de eficiencia más bajos al año 2014 tenemos a la UAE, UEA, UNESUM, UTB y UTC. Al 2015 se encuentran la ESPAM y UPEC. Y en el último año de estudio se destacan la ESPAM, UEA, UEB, UNESUM y UPEC.

Por la parte contraria, se observa que cuatro universidades se mantienen eficientes en los modelos aplicados tanto para CCR y BCC del período de análisis, destacándose entre ellas la UCE, ESPE, UNL y la UTMACH.

A continuación, se realiza el análisis de las universidades que han sido clasificadas como eficientes y aquellas universidades que han obtenido un índice de eficiencia superior a 90 puntos.

**Tabla 16: Evolución de universidades eficientes y con puntuación mayor de 90% a 2014-2016**

MODELO CCR				MODELO BCC		
Año	Nro. Eficientes	% Eficientes	% Puntuación mayor a 90	Nro. Eficientes	% Eficientes	% Puntuación mayor a 90
<b>2014</b>	11	42,31%	50,00%	17	65,38%	73,08%
<b>2015</b>	7	26,92%	38,46%	14	53,85%	65,38%
<b>2016</b>	9	34,62%	46,15%	15	57,69%	65,38%
<b>MEDIA</b>	9	34,62%	44,87%	15	58,97%	67,95%

Fuente: Elaboración propia

En el año 2014, la eficiencia promedio de las universidades públicas de Ecuador bajo el supuesto de rendimientos constantes se sitúa en 79,8% mientras que, bajo el supuesto de rendimientos variables, el promedio de eficiencia asciende hasta un 90,40%, resultando una diferencia de 13,28%. Cuando se aplica el modelo CCR, se obtiene un total de 11 universidades eficientes, mientras que cuando se aplica el modelo BCC, este asciende a 17 universidades eficientes, en términos porcentuales supone pasar de un 42,31% a 65,38%. Al considerar aquellas universidades con puntuaciones de eficiencia superiores de 90, aumenta de 50% a 73,08%. (Tabla 16)

En el año 2015, la eficiencia promedio aplicando el modelo CCR se sitúa 79,30%, mientras que bajo el supuesto de rendimientos variables (BCC) el promedio aumenta a 87,80%, esto supone una diferencia de la eficiencia promedio entre ambos supuestos de 10,72%. Al aplicar el modelo CCR se obtiene un total de siete universidades, mientras que cuando el modelo es el BCC, este asciende notablemente a 14 universidades, al expresar en términos porcentuales, supone pasar de un 26,92% a 53,85% de universidades eficientes al 2015. De forma similar, el porcentaje de universidades cuyas puntuaciones de eficiencia superan los 90 puntos aumenta de 38,46% a 65,38% cuando éstas son evaluadas considerando rendimientos variables de escala.

En el año 2016, la eficiencia promedio bajo rendimientos constantes, al evaluar las universidades públicas ecuatorianas se sitúa en 75,9% mientras que, al evaluar bajo el supuesto de rendimientos variables, el promedio aumenta a 87,7%, dando como diferencia entre los dos modelos un 15,55%. Al aplicar el modelo CCR califica de eficientes a nueve universidades, lo que representa un 34,62% mientras que al aplicar el modelo BCC al año 2016 determina a 15 universidades eficientes, lo que supone en términos porcentuales pasar de 34,61% a 57,69%.

#### **5.4 ANÁLISIS DE LOS GRUPOS DE REFERENCIA**

La metodología DEA, proporciona información acerca de los grupos de referencia o peer group, constituidos por aquellas universidades eficientes que conforman el punto de referencia de la unidad evaluada, es decir, el grupo de referencia son las unidades cuyo comportamiento debería imitar la unidad evaluada.

En este apartado el objetivo es conocer cuáles son los modelos de gestión a seguir por cada universidad ineficiente, puesto que el valor de las unidades eficientes, sirve de referencia de producción a las universidades ineficientes. Por tanto, cada universidad a la hora de adoptar medidas correctoras encaminadas a alcanzar una situación eficiente debe prestar especial atención a las prácticas productivas que se desarrollan las universidades que forman parte de su grupo de comparación.

El conocimiento de la composición del grupo de referencia de cada uno de las universidades ineficientes resulta favorable, a la hora de implementar estrategias encaminadas a mejorar la gestión en términos de eficiencia.

A continuación, se presentan los grupos de referencia en los modelos CCR:

**Tabla 17: Universidades ineficientes y detalle de los grupos de referencia Año 2014**

NRO.	UNIVERSIDAD	PONDERACIONES			
1	EPN	ESPOL(0,764)	ESPE(0,081)		
2	ESPAM	UPEC(0,214)	ESPE(0,125)		
3	UAE	UNEMI(0,131)	UNL(0,186)	UEB(0,082)	UG(0,015)
4	UC	ESPE(0,837)	ESPOL(0,199)		
5	UEA	ESPE(0,008)	UPEC(0,887)		
6	UNESUM	UTMACH(0,15)	UNL(0,162)	UG(0,001)	ESPE(0,016)
7	UPSE	ESPE(0,072)	UNL(0,137)	ESPOL(0,016)	
8	ULEAM	UNL(0,518)	UTMACH(0,419)	UG(0,046)	ESPE(0,185)
9	UNACH	ESPE(0,417)	UNL(0,032)	UG(0,005)	
10	UTA	ESPOL(0,015)	UNL(0,638)	ESPE(0,325)	
11	UTB	ESPE(0,028)	UG(0,09)		
12	UTC	ESPE(0,101)	UG(0,049)		
13	UTM	UNEMI(0,584)	UTMACH(0,683)	ESPE(0,092)	
14	UTN	UNL(0,427)	UG(0,01)	ESPE(0,187)	
15	UTEQ	UG(0,042)	ESPE(0,178)	ESPOL(0,042)	ESPOCH(0,05)

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 17, en el año 2014 la universidad que forma parte de un conjunto de referencia con más frecuencia es la ESPE con un total de 14 veces, lo que representa una referencia del 53,84% del total de las universidades públicas ecuatorianas. La que le siguen es la universidad UG y la UNL con una frecuencia cercana de 8 y 7 veces respectivamente, lo que refleja un 30,77% del total de universidades públicas ecuatorianas.

**Tabla 18: Universidades ineficientes y detalle de los grupos de referencia Año 2015**

NRO.	UNIVERSIDAD	PONDERACIONES			
1	ESPAM	EPN(0,061)	UTB(0,247)		
2	ESPOCH	ESPE(0,357)	UTB(0,322)		
3	ESPOL	ESPE(0,597)	EPN(0,196)		
4	UAE	UNL(0,133)	UTB(0,096)	UTMACH(0,213)	
5	UC	ESPE(0,993)	EPN(0,013)		
6	UG	UTMACH(1,463)	UNL(0,79)	UTB(3,594)	
7	UEA	EPN(0,121)	UTB(0,085)		
8	UEB	UTMACH(0,315)	UNL(0,04)	UTB(0,11)	
9	UNEMI	UNL(0,268)	UTB(0,059)	EPN(0,061)	
10	UNESUM	UTMACH(0,387)	UNL(0,002)		
11	ULEAM	UNL(0,356)	UTB(1,228)	ESPE(0,244)	



12	UNACH	UNL(0,08)	ESPE(0,336)	UTMACH(0,182)
13	UPEC	UTB(0,156)	EPN(0,03)	
14	UTA	UNL(0,597)	ESPE(0,203)	UTB(0,571)
15	UTC	UNL(0,044)	UTB(0,401)	ESPE (0,018) UTMACH(0,105)
16	UTM	UNL(0,233)	UTMACH(1,126)	
17	UTN	UNL(0,205)	UTB(0,732)	ESPE(0,039)
18	UTEQ	ESPE(0,109)	UNL(0,089)	UTMACH(0,26)
19	UTELVT	UTB(0,323)	UNL(0,253)	UTMACH(0,005)

Fuente: Elaboración propia

En el año 2015, la tabla 18 indica que las universidades UNL y UTC presentan una referencia similar de 13 veces en las universidades ineficientes, lo que representa el 50% de la muestra analizada. Seguido se encuentran la ESPE y la UTMACH con la misma frecuencia de referencia de 9 veces, que en términos porcentuales representa un 34,62%.

**Tabla 19: Universidades ineficientes y detalle de los grupos de referencia Año 2016**

NRO	UNIVERSIDAD	PONDERACIONES				
1	EPN	ESPE(0,31)	ESPOL(0,614)			
2	ESPAM	UTB(0,233)	UTEQ(0,063)			
3	ESPOCH	ESPOL(0,15)	UTB(0,449)			
4	UAE	UTELVT(0,056)	UTMACH(0,406)	UTEQ(0,073)		
5	UC	ESPE(0,762)	ESPOL(0,05)			
6	UG	UCE(0,385)	UTC(0,067)	UTELVT(4087)	UTEQ(0,287)	
7	UEA	UTB(0,264)				
8	UEB	UTEQ(0,096)	UTB(0,155)	UTMACH(0,19)		
9	UNEMI	ESPE(0,124)	UTC(0,149)	UNL(0,001)	UTELVT(0,286)	UTB(0,053)
10	UNESUM	UTEQ(0,366)	UTELVT(0,041)	UCE(0,023)		
11	UPSE	ESPOL(0,048)	UTB(0,107)	ESPE(0,041)	UTEQ(0,285)	
12	ULEAM	UTMACH(0,32)	UTC(1196)	UTELVT(1010)	UNL(0,039)	
13	UNACH	ESPOL(0,027)	UTB(0,169)	UTMACH(0,065)	ESPE(0,07)	UTEQ(0,621)
14	UPEC	UTB(0,235)				
15	UTA	UTEQ(0,282)	UTB(0,117)	ESPE(0,46)	ESPOL(0,092)	
16	UTM	UTEQ(0,565)	UTB(0,913)			
17	UTN	ESPOL(0,11)	UTB(0,501)	ESPE(0,189)		

Fuente: Elaboración propia

En el año 2016, la universidad que presenta una referencia mayor es la UTB con 11 veces citada en los peers groups, representando un 42,31% de la muestra analizada. Seguido se encuentran la universidad UTEQ con una frecuencia de referencia de 10 veces, que en términos porcentuales representa un 38,46%. (Tabla 19)

## 5.5 ANÁLISIS DE LAS MEJORAS PONTENCIALES

Una vez analizada la eficiencia de cada universidad, la metodología permite explicar el grado y fuentes de la ineficiencia detectada, reconociendo que una unidad productiva nunca será considerada eficiente si se ha encontrado otra que, con los mismos recursos, puede producir más; o bien, que es capaz de producir el mismo nivel de outputs con una cantidad menor de inputs. Por lo tanto, la metodología DEA proporciona los objetivos de producción y consumo óptimos que las unidades productivas ineficientes deben alcanzar para ser consideradas eficientes.

A continuación la Tabla 20, se especifica las reducciones porcentuales de los inputs, así como los incrementos porcentuales totales de outputs que serían necesarios para que las universidades ineficientes dejaran de serlo en relación al modelo CCR del período analizado 2014 -2016.

**Tabla 20: Proyección de mejoras potenciales en inputs**

Año	PORCENTAJE					CANTIDAD				
	Doc	Adm	Gtocc	Inves	Matric	Doc	Adm	Gtocc	Inves	Matric
2014	-	-	-	-9,35%	-3,79%	-	-	-	-	-
	30,01%	12,87%	3,65%			8.134	1.470	31.273.958,34	-70	12.293
2015	-	-7,80%	-	-	-	-	-	-	-	-
	10,75%		5,87%	24,64%	14,30%	2.174	1.015	56.504.350,57	-269	48.434
2016	-	-5,62%	-	-	-	-	-727	-	-	-
	12,03%		7,25%	29,67%	17,00%	2.321		71.756.423,97	-504	54.045

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 21: Proyección de mejoras potenciales en outputs**

Año	PORCENTAJE			CANTIDAD		
	Gradu	Publi	Proy	Gradu	Publi	Proy
2014	18,01%	17,39%	52,39%	10.493	74	342
2015	27,69%	29,89%	73,79%	23.177	229	563
2016	21,57%	25,12%	42,79%	14.444	326	593

Fuente: Elaboración propia

De las tablas anteriores 20 y 21, se desprende que para el año 2014 el input número de docentes debería reducirse al menos en 8134 docentes, que en términos porcentuales representa un -30%. En comparación a los años 2015 y 2016, la disminución de personal docente se encuentra en un -10,75% y -12,03%, lo que significa que el año 2014 presenta la más alta reducción de personal docente. El input número de personal investigador presenta un alto porcentaje de reducción, llegando hasta un -29,67% en el año 2016.

Por otro lado, este tipo de universidades alcanza su mayor porcentaje de mejora potencial en el output de proyectos de investigación, siendo en 2015 cuando el porcentaje de mejora alcanza su máximo con un 73,79%, es decir, incrementar 563 proyectos de investigación.

Al año 2015, la variable número de estudiantes graduados debe de incrementar un 27,69% es decir, lograr un aumento de 23.177 estudiantes titulados, siendo el año que más esfuerzo presenta.

A continuación, se presentan las mejoras para aquellas universidades que alcanzaron los mínimos niveles de eficiencia en los años analizados:

Para el año 2014, la universidad que presenta el menor nivel de eficiencia es la UEA con un 25,2% identificándose que para lograr ser eficiente puede reducir el número de docentes pasando de 491 a 71 docentes, el gasto corriente de \$6.952.317,55 a \$5.452.992,29 dólares y el número de investigadores de 30 a 6. En cuanto a outputs, la UEA debe de incrementar el número de graduados de 20 a 101, y el número de proyectos de 3 a 9 (Anexo V y VI).

Para el año 2015, la universidad que presenta el menor nivel de eficiencia es la UPEC con un 40,10% identificándose que para lograr ser eficiente puede reducir el número de docentes pasando de 126 a 85 docentes, el número de personal administrativo y de servicios de 164 a 69, el gasto corriente de \$ 6.470.475,54 a \$ 5.099.120,26 dólares y el número de investigadores de 6 a 5. En cuanto, a outputs, la UPEC debe de incrementar el número de graduados de 166 a 414, las publicaciones en revistas de alto impacto de 0 a 4 y el número de proyectos de 5 a 12 (Anexo VII y VIII).

Para el año 2016, la universidad que presenta el menor nivel de eficiencia nuevamente es la UPEC con un 30,8%, identificándose que para lograr ser eficiente puede reducir el número de personal administrativo y de servicios de 126 a 94, el gasto corriente de \$ 6.441.571,38 a \$ 5.052.752,55 dólares, el número de investigadores de 4 a 2 y el número de estudiantes matriculados de 2.390 a 1.452. En cuanto a los outputs, la UPEC debe de incrementar el número de graduados de 122 a 322 y el número de proyectos de 11 a 36 (Anexo IX y X).

Una vez planteadas las mejoras potenciales de las universidades con niveles bajos de eficiencia para lograr su gestión de forma eficiente, es relevante señalar que deben interpretarse siempre con cautela porque constituyen una propuesta, pero las universidades a partir de los resultados mostrados, toman las decisiones oportunas en función de su plan de ejecución.

## 5.6 ANÁLISIS DEL CAMBIO DE PRODUCTIVIDAD EN LAS UNIVERSIDADES

En este apartado se utiliza el Índice de Malmquist para cuantificar el cambio de la productividad de todos los factores, por medio de función matemática permite descomponer e identificar el cambio de la eficiencia técnica (Catch-up) y el cambio tecnológico (Frontier Shift). Para desarrollar el Índice de Malmquist se han considerado todos los inputs y outputs de docencia e investigación, con un enfoque no paramétrico de rendimiento constante y orientación a la maximización del output.

En el cálculo del índice de Malmquist de cambio de productividad se abordan tres apartados durante el período de estudio:

1. Medir el cambio de productividad total de factores en el período.
2. Descomponer el cambio de productividad en lo que generalmente se denomina como el efecto “catching up” (cambio en eficiencia técnica) y el efecto “frontier shift” (cambio tecnológico).
3. El efecto “catching up” que puede ser descompuesto para identificar la principal fuente de mejora, a través de un incremento en la eficiencia técnica pura o un aumento en la eficiencia de escala.

Para el presente trabajo, se utilizó el índice de Malmquist para medir la productividad total de factores y sus componentes del período 2014-2016.

Los componentes del índice de Malmquist son:

$$TFPCH = EFFCH * TECHCH = \text{Índice de Malmquist}$$

Donde, *IM*: Índice de Malmquist

*EFFCH*: Cambio de eficiencia técnica (catch up)

*TECHCH*: Cambio tecnológico (frontier shift)

*TFPCH*: Cambio de todos los factores

A continuación, se indica los resultados obtenidos al emplear el Índice de Malmquist, el cual permite identificar a EFFCH como cambio de la eficiencia técnica, TECHCH como el cambio tecnológico, y TFPCH reconoce en la productividad total de los factores:

**Tabla 22: Análisis del cambio de productividad en las universidades.**

<b>NRO.</b>	<b>UNIVERSIDAD</b>	<b>EFFCH</b>	<b>TECHCH</b>	<b>TFPCH</b>
<b>1</b>	EPN	1,038	1,4500	1,5050
<b>2</b>	ESPAM	0,871	1,2580	1,0960
<b>3</b>	ESPOCH	0,723	1,3650	0,9870
<b>4</b>	ESPOL	1,000	1,3580	1,3580
<b>5</b>	UAE	1,325	1,2380	1,6410
<b>6</b>	UCE	1,000	1,1070	1,1070
<b>7</b>	UC	0,882	1,6490	1,4540
<b>8</b>	UG	0,980	0,8800	0,8620
<b>9</b>	ESPE	1,000	0,8220	0,8220
<b>10</b>	UEA	1,475	1,2360	1,8220
<b>11</b>	UEB	0,794	1,2730	1,0100
<b>12</b>	UNEMI	0,672	1,2250	0,8230
<b>13</b>	UNESUM	1,192	1,0850	1,2940
<b>14</b>	UPSE	0,871	1,2920	1,1250
<b>15</b>	ULEAM	1,086	1,1630	1,2630
<b>16</b>	UNACH	1,012	1,3400	1,3570
<b>17</b>	UNL	1,000	1,9330	1,9330
<b>18</b>	UPEC	0,555	1,2500	0,6940
<b>19</b>	UTA	0,907	1,3500	1,2250
<b>20</b>	UTB	1,190	2,1870	2,6020
<b>21</b>	UTC	1,244	1,2440	1,5470
<b>22</b>	UTMACH	1,000	1,6250	1,6250
<b>23</b>	UTM	1,007	1,2480	1,2560
<b>24</b>	UTN	0,912	1,1920	1,0870
<b>25</b>	UTEQ	1,095	1,2990	1,4230
<b>26</b>	UTELVT	1,000	1,0880	1,0880
<b>Media</b>		<b>0,994</b>	<b>1,314</b>	<b>1,308</b>

Fuente: Elaboración propia

Con los resultados obtenidos, en la tabla 22 se identifica que el cambio productivo que ha experimentado la educación superior en Ecuador en los años 2014-2016, presenta un crecimiento promedio del 30,8%. Dicho crecimiento se debe al aumento del cambio tecnológico del 31,4%, frente a la eficiencia técnica que presenta una disminución de 0,6%. En cuanto a aquellas universidades que presentan una mejora en la eficiencia técnica se encuentran la UEA, UAE, UTC, UNESUM y UTB.

Para realizar un análisis a profundidad de la disminución de la eficiencia técnica, se descompone en la siguiente tabla la eficiencia técnica pura y de escala, para identificar mejor a qué se debe dicha disminución.

**Tabla 23: Descomposición de la eficiencia técnica global.**

<b>NRO.</b>		<b>Eficiencia técnica</b>	<b>Eficiencia técnica pura</b>	<b>Eficiencia escala</b>
<b>1</b>	EPN	1,038	1,038	1,000
<b>2</b>	ESPAM	0,871	1,308	0,666
<b>3</b>	ESPOCH	0,723	0,791	0,914
<b>4</b>	ESPOL	1,000	1,000	1,000
<b>5</b>	UAE	1,325	1,109	1,195
<b>6</b>	UCE	1,000	1,000	1,000
<b>7</b>	UC	0,882	0,896	0,984
<b>8</b>	UG8	0,980	1,000	0,980
<b>9</b>	ESPE	1,000	1,000	1,000
<b>10</b>	UEA	1,475	1,000	1,475
<b>11</b>	UEB	0,794	1,000	0,794
<b>12</b>	UNEMI	0,672	0,729	0,921
<b>13</b>	UNESUM	1,192	1,000	1,192
<b>14</b>	UPSE	0,871	0,886	0,983
<b>15</b>	ULEAM	1,086	1,108	0,980
<b>16</b>	UNACH	1,012	0,945	1,071
<b>17</b>	UNL	1,000	1,000	1,000
<b>18</b>	UPEC	0,555	1,000	0,555
<b>19</b>	UTA	0,907	0,909	0,999
<b>20</b>	UTB	1,190	1,000	1,190
<b>21</b>	UTC	1,244	1,000	1,244
<b>22</b>	UTMACH	1,000	1,000	1,000
<b>23</b>	UTM	1,007	1,072	0,939
<b>24</b>	UTN	0,912	0,884	1,032
<b>25</b>	UTEQ	1,095	1,000	1,095
<b>26</b>	UTELVT	1,000	1,000	1,000
	<b>Media</b>	<b>0,994</b>	<b>0,988</b>	<b>1,008</b>

Fuente: Elaboración propia

Como puede verse en la tabla 23, la disminución de la eficiencia técnica global en un 0,6%, se debe a que la eficiencia técnica pura disminuye un 1.2% y en el efecto escala presenta un incremento positivo del 8%, lo que significa que las universidades han aumentado su producción. (Tabla 23)

## **6 CONCLUSIONES**

El presente trabajo se ha planteado como objetivo principal evaluar la eficiencia de las universidades pública ecuatorianas, por medio de la aplicación de la metodología DEA para el período comprendido 2014 -2016, bajo el supuesto de los rendimientos constantes y variables con orientación output.

Se seleccionó este sector al evidenciar que, en los últimos años ha experimentado cambios para garantizar la calidad en la educación, generando el interés de investigadores para cuantificar los niveles de eficiencia, al ser instituciones de gran relevancia para el desarrollo de las naciones. De hecho, en la literatura hay numerosos trabajos que analizan la eficiencia de las universidades, aunque todavía escasos para el caso de Ecuador.

A este respecto, resulta de gran interés el modelo utilizado por el CEAACES para la evaluación de la calidad en Ecuador, tomado como base para la asignación de recursos financieros. No obstante, el alcance que tiene no es suficiente para medir la eficiencia técnica de las universidades en relación al presupuesto asignado a las universidades públicas para su funcionamiento. Por tanto, es necesario implementar otras técnicas que logren este propósito.

Una vez identificadas las variables que pueden seleccionarse para el análisis del proceso productivo de las universidades ecuatorianas, a partir de los resultados obtenidos en los coeficientes de correlación, se han analizado las relaciones entre los inputs y outputs inmersos del proceso productivo de educación superior, observándose correlaciones positivas entre las variables número de docentes, número de personal administrativo, gasto corriente, el número de investigadores, estudiantes matriculados y el número de publicaciones.

La eficiencia promedio al aplicar el método CCR describe una evolución negativa en el período de análisis. Así, en 2014 se observa una puntuación de eficiencia media de 79,8% lo que se interpreta que el nivel de output obtenido es inferior en un 20,20% al que podría obtener si operaran las universidades eficientemente. Mientras que, en 2016 la eficiencia media con el modelo CCR disminuye a 75,90%, obteniendo una diferencia del 4,89%.

El modelo BCC muestra una mayor cantidad de universidades eficientes, así como también valores superiores de eficiencia promedio, en comparación con el modelo CCR

de rendimientos constantes a escala. Además, al aplicar los modelos CCR y BCC se identificó que las universidades UCE, ESPE, UNL y la UTMACH se mantuvieron eficientes en los modelos aplicados en el período de análisis.

Los niveles de eficiencia obtenidos no están relacionados con el tamaño de las universidades medido en número de estudiantes matriculados, dado que universidades grandes como la UC, UG, medianas ESPOL, UC y pequeñas como la EPN resultan eficientes.

Las universidades públicas ecuatorianas presentan un cambio productivo del 30,8%, debido principalmente al cambio tecnológico del 31,4%, frente a la eficiencia técnica que presenta una disminución de 0,6%. Entre las universidades que presentan una mejora en la eficiencia técnica se encuentran la UEA, UAE, UTC, UNESUM y UTB.

En la evaluación de la eficiencia se identificó las universidades con prácticas productivas eficientes y las fuentes de ineficiencia de aquellas universidades que no alcanzan el subconjunto eficiente de la frontera de posibilidades de producción, cuantificándose las mejoras potenciales en input y outputs para que alcancen la eficiencia. Estas mejoras son de una magnitud importante en las universidades que resultan ineficientes cuando se consideran rendimientos constantes a escala.

Por lo tanto, la aplicación del análisis envolvente de datos es una herramienta de gestión y evaluación al rendimiento productivo de las universidades, proporcionando referencias de líneas de acción para una mejor asignación de recursos que pueden ponerse en práctica en aquellas universidades que se han revelado menos eficientes. No obstante, el trabajo no está exento de limitaciones, tal como el considerar únicamente tres años o centrar el análisis en las 26 universidades públicas. Como propuesta para trabajos posteriores, tenemos intención de ampliar el número de años estudiado y el número de universidades. Otra opción es la comparación con la eficiencia de las universidades españolas.



## 7 FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

Abbott & Doucouliagos, M. C., 2003. The efficiency of Australian universities: a data envelopment analysis.. *Economics of Education review*, 22(1), pp. 89-97.

Agasisti, T. & Johnes, G., 2009. Beyond frontiers: comparing the efficiency of higher education decision-making units across more than one country. *Education Economics*, 17(1), pp. 59-79.

Agasisti, T. & Pérez Esparrells, C., 2010. Comparing efficiency in a crosscountry perspective. the case of Italian and Spanish State Universities. *Higher*, 59(1), pp. 85-103.

Ahn T., C. A. & Cooper, . W., 1988. Some statistical and DEA evaluations of relative efficiencies of public and private institutions of higher learning. *Socio-Economic Planning Sciences*, 22(6), pp. 259-269.

Alvarado Astudillo, D. V., 2016. Medición de la eficiencia estática y dinámica de las universidades mediante métodos: No paramétricos.Aplicación a las universidades públicas ecuatorianas.

Athanassopoulos, A. & Shale, E., 1997. Assessing the Comparative Efficiency of Higher Education Institutions in the UK by Means of Data Envelopment Analysis. *Education Economics*, Volumen 5, pp. 117-134.

Avkiran, N., 2001. Investigating technical and scale efficiencies of Australian Universities through data envelopment analysis. *Socio-economic Planning Sciences*, Volumen 35, pp. 57-80.

Banker, R. & Datar, S., 1989. Sensitivity, precision, and linear aggregation of signals for performance evaluation. *Journal of Accounting Research*, 27(1), pp. 21-39.

Caves, D. W., Christen, L. & Diewer, W., 1982. Multilateral comparisons of output, input, and productivity using superlative index numbers. *The economic journal*, pp. 73-86.

Charnes, A., Cooper , W. & Rhodes , E., 1978. Measuring the efficiency of decision making units. *Eur J Oper Res*, pp. 2(6):429-44.

CES (2018). Datos de Clasificación de las universidades. Disponible en [www.ces.gob.ec](http://www.ces.gob.ec)

CES (2018). Datos Sistema de información Financiamiento de la Educación Superior. Disponible en [www.ces.gob.ec](http://www.ces.gob.ec)

- Coelli, T., 1998. A multi-stage methodology for the solution of orientated DEA models. *Operations Research Letters*, 23(3), pp. 143-149.
- Coria, M. M., 2011. Eficiencia técnica de las universidades argentinas de gestión estatal. *Ensayos de Política Económica*, pp. 5:44-64.
- Farrell, M., 1957. The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, 120(3), pp. 253-90.
- Flegg, A., Allen, D., Field, K. & Thurlow, T., 2004. Measuring the efficiency of British universities. a multi-period data envelopment analysis. *Education Economics*, 12(3), pp. 231-249.
- García Valderrama, T. & Gómez Aguilar, M. N., 1999. Factores determinantes de la eficiencia de los grupos de investigación en la Universidad. *Hacienda Pública Española*, Volumen 148, pp. 131-148.
- Gómez Sancho, J. M., 2003. La evaluación de la eficiencia en las universidades públicas españolas. *Universitat de Lleida*.
- Gómez, J. M. & Mancebón, M. J., 2005. Algunas reflexiones metodológicas sobre la evaluación de la eficiencia productiva de las instituciones de educación superior. *Ekonomiaz*, 1(60), pp. 141-166.
- Johnes, J. T., 2005. An exploratory analysis of the cost structure of higher education in England. *DfES publications*, p. 118.
- Kuah, C. T. & Wong, . K. Y., 2011. Efficiency assessment of universities through data envelopment analysis. *Procedia Computer Science*, Volumen 3, pp. 499-506.
- Larrán, J. M. & García Correa, A., 2014. ¿Influyen los modelos de financiación autonómicos en la eficiencia de las universidades públicas españolas?. *Revista de Contabilidad*, 18(2), pp. 162-173.
- LOES, 2010. *Ley Organica de Educación Superior, capítulo II. Quito..* Quito: s.n.
- Marti Selva, M. L., Puertas Medina, R. & Calafat Marzal, C., 2014. Calidad y eficiencia de las Universidades Públicas Españolas. *Revista de estudios regionales*, Issue 99, pp. 135-154.
- Martín Vallespin, E., 2003. *An aplication of the data envelopment analysis methodology*

- in the performance assessment of the Zaragoza University Departments..* Universidad de Zaragoza: Universidad de Zaragoza, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.
- Murias Fernández, M. P., 2005. Metodología de aplicación del análisis envolvente de datos: evaluación de la eficiencia técnica en la Universidad de Santiago de Compostela. *revista galega do ensino*, Issue 46, pp. 737-46.
- Piffano, H. L. P., 2005. *Microeconomía aplicada a educación universitaria-Teoría y Práctica Comparada*. Primera ed. Buenos Aires: Universidad Nacional de La Plata.
- Pina, V. & Torres, L., 1995. *Evaluación del rendimiento de los departamentos de contabilidad de las universidades españolas*. Zaragoza: Hacienda pública española.
- Pinilla, A., 2001. In: Concepto y medición de la eficiencia productiva. *La medición de la Eficiencia y la Productividad*, Issue 2, pp. 19-40.
- Ramírez, P. E. & Alfaro, J. L., 2013. Evaluación de la Eficiencia de las Universidades pertenecientes al Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas: Resultados de un Análisis Envolvente de Datos. *Formación universitaria*, 6(3), pp. 31-38.
- Rhodes & Southwick, E., 1986. Determinants of efficiency in public and private universities. Department of Economics. *University of South Carolina*.
- Santana, Y. y otros, 2017. Análisis envolvente de datos (DEA): una alternativa viable para la evaluación de la eficiencia docente e investigativa en universidades ecuatorianas. *Revista de la Facultad de Ciencias Medicas*, 38(30), p. 13.
- Seiford, L. M., 1996. Data envelopment analysis: the evolution of the state of the art (1978–1995). *Journal of Productivity Analysis*, 7(2-3), pp. 99-137.
- Ventura Blanco, J., 1999. *Perspectivas económicas de la educación* JF. Barcelona : Universitat

## 8 ANEXOS

### Anexo I: Universidades públicas de Ecuador

NRO.	DETALLE	ABREVIATURA	CATEGORÍA
1	Escuela Politécnica Nacional	EPN	Categoría A
2	Escuela Superior Politécnica del Litoral	ESPOL	Categoría A
3	Universidad de Cuenca	UC	Categoría A
4	Universidad de las Fuerzas Armadas	ESPE	Categoría A
5	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	ESPOCH	Categoría B
6	Universidad Central del Ecuador	UCE	Categoría B
7	Universidad de Guayaquil	UG	Categoría B
8	Universidad Estatal Amazónica	UEA	Categoría B
9	Universidad Estatal de Milagro	UNEMI	Categoría B
10	Universidad Nacional de Loja	UNL	Categoría B
11	Universidad Politécnica Estatal del Carchi	UPEC	Categoría B
12	Universidad Técnica de Ambato	UTA	Categoría B
13	Universidad Técnica de Machala	UTMACH	Categoría B
14	Universidad Técnica de Manabí	UTM	Categoría B
15	Universidad Técnica del Norte	UTN	Categoría B
16	Universidad Técnica Estatal de Quevedo	UTEQ	Categoría B
17	Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López	ESPAM	Categoría C
18	Universidad Agraria del Ecuador	UAE	Categoría C
19	Universidad Estatal de Bolívar	UEB	Categoría C
20	Universidad Estatal del Sur de Manabí	UNESUM	Categoría C
21	Universidad Estatal Península de Santa Elena	UPSE	Categoría C
22	Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí	ULEAM	Categoría C
23	Universidad Nacional de Chimborazo	UNACH	Categoría C
24	Universidad Técnica de Babahoyo	UTB	Categoría C
25	Universidad Técnica de Cotopaxi	UTC	Categoría C
26	Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas	UTELVT	Categoría C

## Anexo II: Inputs y outputs año 2014

Nro.	UNIVERSIDAD	INPUTS					OUTPUTS		
		DOC	ADM	GTOCC	INVES	MATRIC	GRADU	PUBLI	PROY
1	EPN	651	766	42.818.419,33	97	10115	1158	63	56
2	ESPAM	196	188	9.434.723,00	11	2166	252	0	12
3	ESPOCH	1266	239	43.343.334,76	17	19937	1639	24	12
4	ESPOL	795	421	47.407.550,14	121	11546	1815	85	75
5	UAE	368	188	10.615.705,51	18	4376	764	0	5
6	UCE	2632	711	131.268.825,39	40	39437	6223	40	47
7	UC	1506	708	53.265.657,00	71	15620	2187	63	58
8	UG	4472	1318	120.219.602,40	27	71948	14888	8	31
9	ESPE	126	699	47.964.196,08	56	15906	3507	59	153
10	UEA	491	99	6.952.317,55	30	902	20	0	3
11	UEB	270	155	13.051.790,28	16	4384	1334	2	17
12	UNEMI	326	248	15.635.816,20	16	4883	1768	1	16
13	UNESUM	272	383	12.090.933,50	5	3803	531	0	4
14	UPSE	1499	185	12.289.515,01	8	2877	714	5	12
15	ULEAM	1050	887	41.450.276,04	24	22065	2916	11	13
16	UNACH	773	392	21.642.431,32	24	8212	1087	16	12
17	UNL	1269	662	30.619.612,55	15	11298	4487	5	28
18	UPEC	79	105	5.694.511,06	6	867	81	0	12
19	UTA	863	765	35.840.259,48	45	14428	2216	13	9
20	UTB	964	313	21.786.599,17	4	7784	1017	1	5
21	UTC	667	162	12.702.605,78	7	5657	702	3	11
22	UTMACH	391	315	26.662.782,58	11	10853	2181	8	10
23	UTM	469	531	35.266.824,91	22	11727	2037	0	8
24	UTN	3204	426	23.202.620,79	33	9235	1464	7	22
25	UTEQ	1034	209	17.705.345,61	17	9194	1170	13	18
26	UTELVT	1472	343	17.998.681,25	4	5269	2116	0	3

### Anexo III: Inputs y outputs año 2015

Nro.	UNIVERSIDAD	INPUTS					OUTPUTS		
		DOC	ADM	GTOCC	INVES	MATRIC	GRADU	PUBLI	PROY
1	EPN	689	615	50.204.426,57	136	11155	1498	116	109
2	ESPAM	175	217	10.073.241,15	9	2556	236	0	14
3	ESPOCH	1001	675	47.103.362,97	32	15902	2205	43	6
4	ESPOL	885	833	53.400.596,13	176	12563	3364	103	54
5	UAE	322	195	12.589.120,00	10	5431	2017	0	10
6	UCE	2003	756	138.193.405,62	77	47706	10866	55	50
7	UC	1257	700	60.551.881,54	92	16925	2726	101	37
8	UG	3383	2195	150.541.321,48	52	64841	16097	28	99
9	ESPE	1257	697	51.367.443,81	87	16332	5652	150	116
10	UEA	129	108	8.015.867,19	42	1990	42	0	15
11	UEB	342	166	13.277.303,36	17	4696	1774	1	9
12	UNEMI	247	292	16.814.329,44	16	6108	1695	10	14
13	UNESUM	322	127	11.809.077,83	15	4896	1537	0	0
14	UPSE	264	183	13.649.981,24	14	2990	1768	13	12
15	ULEAM	1321	919	51.364.637,92	31	19790	3796	26	2
16	UNACH	899	350	25.113.020,07	37	10389	1776	30	2
17	UNL	674	714	29.321.539,88	17	10595	5896	13	18
18	UPEC	126	164	6.470.475,54	6	1519	166	0	5
19	UTA	948	774	41.149.073,42	62	16432	3363	22	38
20	UTB	416	322	23.087.517,39	3	7602	2363	2	59
21	UTC	409	207	14.641.959,71	28	8698	1192	4	18
22	UTMACH	672	324	30.360.076,58	19	9533	4907	20	10
23	UTM	963	531	41.014.432,46	34	14908	3226	7	7
24	UTN	841	438	24.913.171,71	50	10025	1906	6	31
25	UTEQ	372	224	19.994.148,27	23	9164	1808	17	9
26	UTELVT	308	286	17.249.630,02	8	5901	1829	0	19

#### Anexo IV: Inputs y outputs año 2016

Nro.	UNIVERSIDAD	INPUTS					OUTPUTS		
		DOC	ADM	GTOCC	INVES	MATRIC	GRADU	PUBLI	PROY
1	EPN	834	699	53.027.191,72	167	13770	2061	198	96
2	ESPAM	156	241	10.007.841,02	12	2663	269	0	16
3	ESPOCH	1098	609	55.673.101,82	131	15450	2540	40	76
4	ESPOL	782	613	59.347.533,00	230	11039	1828	207	199
5	UAE	347	200	14.082.136,20	316	1296	1378	0	3
6	UCE	2290	727	151.579.738,29	88	38856	8150	86	93
7	UC	1175	560	61.885.443,56	100	15847	1754	146	81
8	UG	2653	2113	131.936.326,93	86	63397	14482	44	84
9	ESPE	1141	695	52.090.639,61	83	18303	4552	246	131
10	UEA	151	129	8.581.583,77	51	3074	175	0	22
11	UEB	615	163	13.459.102,12	45	1948	690	6	18
12	UNEMI	312	260	17.178.910,70	15	10398	741	15	15
13	UNESUM	272	144	12.157.831,77	16	11010	1016	0	0
14	UPSE	250	253	13.916.357,67	26	6946	859	19	26
15	ULEAM	1337	824	52.598.722,91	27	16717	4023	25	8
16	UNACH	642	344	27.281.352,12	38	7761	1928	33	44
17	UNL	737	719	31.520.117,66	3	11254	3070	40	11
18	UPEC	134	126	6.441.571,38	4	2390	112	0	11
19	UTA	768	875	42.469.029,39	71	14222	1548	65	49
20	UTB	571	400	21.530.758,98	10	6188	1848	1	152
21	UTC	354	207	15.786.703,61	9	9310	1441	18	20
22	UTMACH	503	380	28.512.509,24	19	1066	2570	32	5
23	UTM	828	535	40.389.779,99	60	13200	2594	12	118
24	UTN	675	399	30.128.168,69	46	8856	1.341	25	44
25	UTEQ	369	300	21.750.054,96	37	8157	3336	40	42
26	UTELVT	305	424	16.210.007,14	10	4760	2664	0	21

## Anexo V: Mejoras potenciales inputs año 2014

		VALOR ORIGINAL INPUTS 2014					VALOR OBJETIVO INPUTS 2014					VALOR ORIGINAL - VALOR OBJETIVO				
Nro.	UNIVERSIDAD	DOC	ADM	GTOCC	INVES	MATRIC	DOC	ADM	GTOCC	INVES	MATRIC	DOC	ADM	GTOCC	INVES	MATRIC
1	EPN	651	766	42.818.419,33	97	10.115	618	379	40.121.079,10	97	10.115	-33	-387	-2.697.340,23	-	-
2	ESPAM	196	188	9.434.723,00	11	2.166	33	110	7.190.863,78	8	2.166	-163	-78	-2.243.859,22	-3	-
3	ESPOCH	1.266	239	43.343.334,76	17	19.937	1.266	239	43.343.334,76	17	19.937	-	-	-	-	-
4	ESPOL	795	421	47.407.550,14	121	11.546	795	421	47.407.550,14	121	11.546	-	-	-	-	-
5	UAE	368	188	10.615.705,51	18	4.376	368	188	10.615.705,51	7	4.182	-	-	-	-11	-194
6	UCE	2.632	711	131.268.825,39	40	39.437	2.632	711	131.268.825,39	40	39.437	-	-	-	-	-
7	UC	1.506	708	53.265.657,00	71	15.620	264	669	49.610.046,10	71	15.620	-1.242	-39	-3.655.610,90	-	-
8	UG	4.472	1.318	120.219.602,40	27	71.948	4.472	1.318	120.219.602,40	27	71.948	-	-	-	-	-
9	ESPE	126	699	47.964.196,08	56	15.906	126	699	47.964.196,08	56	15.906	-	-	-	-	-
10	UEA	491	99	6.952.317,55	30	902	71	99	5.452.992,29	6	902	-420	-	-1.499.325,26	-24	-
11	UEB	270	155	13.051.790,28	16	4.384	270	155	13.051.790,28	16	4.384	-	-	-	-	-
12	UNEMI	326	248	15.635.816,20	16	4.883	326	248	15.635.816,20	16	4.883	-	-	-	-	-
13	UNESUM	272	383	12.090.933,50	5	3.803	272	167	9.870.566,50	5	3.803	-	-216	-2.220.367,00	-	-
14	UPSE	1.499	185	12.289.515,01	8	2.877	196	147	8.401.305,76	8	2.877	-1.303	-38	-3.888.209,25	-	-
15	ULEAM	1.050	887	41.450.276,04	24	22.065	1.050	665	41.450.276,04	24	16.658	-	-222	-	-	-5.407
16	UNACH	773	392	21.642.431,32	24	8.212	117	320	21.642.431,32	24	7.385	-656	-72	-	-	-827
17	UNL	1.269	662	30.619.612,55	15	11.298	1.269	662	30.619.612,55	15	11.298	-	-	-	-	-
18	UPEC	79	105	5.694.511,06	6	867	79	105	5.694.511,06	6	867	-	-	-	-	-
19	UTA	863	765	35.840.259,48	45	14.428	863	656	35.840.259,48	30	12.552	-	-109	-	-15	-1.876
20	UTB	964	313	21.786.599,17	4	7.784	406	138	12.172.109,64	4	6.926	-558	-175	-9.614.489,54	-	-858
21	UTC	667	162	12.702.605,78	7	5.657	232	136	10.763.797,28	7	5.145	-435	-26	-1.938.808,50	-	-512
22	UTMACH	391	315	26.662.782,58	11	10.853	391	315	26.662.782,58	11	10.853	-	-	-	-	-
23	UTM	469	531	35.266.824,91	22	11.727	469	424	31.750.876,47	22	11.727	-	-107	-3.515.948,44	-	-
24	UTN	3.204	426	23.202.620,79	33	9.235	609	426	23.202.620,79	17	8.497	-2.595	-	-	-16	-738
25	UTEQ	1.034	209	17.705.345,61	17	9.194	305	209	17.705.345,61	17	7.314	-729	-	-	-	-1.880
26	UTELVT	1.472	343	17.998.681,25	4	5.269	1.472	343	17.998.681,25	4	5.269	-	-	-	-	-
TOTAL		27.105	11.418	856.930.936,69	745	324.489	18.971	9.948	825.656.978,35	675	312.196	-8.134	-1.470	-31.273.958,34	-70	-12.293



## Anexo VI: Mejoras potenciales outputs año 2014

Nro.	UNIVERSIDAD	VALOR ORIGINAL OUTPUTS 2014			VALOR OBJETIVO OUTPUTS 2014			OUTPUTS OBJETIVO- VALOR ORIGINAL		
		GRADU	PUBLI	PROY	GRADU	PUBLI	PROY	GRADU	PUBLI	PROY
1	EPN	1.158	63	56	1.672	70	70	514	7	14
2	ESPAM	252	-	12	454	7	22	202	7	10
3	ESPOCH	1.639	24	12	1.639	24	12	-	-	-
4	ESPOL	1.815	85	75	1.815	85	75	-	-	-
5	UAE	764	-	5	1.399	1	9	635	1	4
6	UCE	6.223	40	47	6.223	40	47	-	-	-
7	UC	2.187	63	58	3.298	66	143	1.111	3	85
8	UG	14.888	8	31	14.888	8	31	-	-	-
9	ESPE	3.507	59	153	3.507	59	153	-	-	-
10	UEA	20	-	3	101	0	12	81	0	9
11	UEB	1.334	2	17	1.334	2	17	-	-	-
12	UNEMI	1.768	1	16	1.768	1	16	-	-	-
13	UNESUM	531	-	4	1.129	3	9	598	3	5
14	UPSE	714	5	12	896	6	16	182	1	4
15	ULEAM	2.916	11	13	4.572	17	48	1.656	6	35
16	UNACH	1.087	16	12	1.687	25	65	600	9	53
17	UNL	4.487	5	28	4.487	5	28	-	-	-
18	UPEC	81	-	12	81	-	12	-	-	-
19	UTA	2.216	13	9	4.030	24	69	1.814	11	60
20	UTB	1.017	1	5	1.439	2	7	422	1	2
21	UTC	702	3	11	1.086	6	17	384	3	6
22	UTMACH	2.181	8	10	2.181	8	10	-	-	-
23	UTM	2.037	-	8	2.844	11	30	807	11	22
24	UTN	1.464	7	22	2.716	13	41	1.252	6	19
25	UTEQ	1.170	13	18	1.403	16	32	233	3	14
26	UTELVT	2.116	-	3	2.116	-	3	-	-	-
TOTAL		58.274	427	652	68.767	501	994	10.493	74	342

## Anexo VII: Mejoras potenciales inputs año 2015

Nro.	UNIVERSIDAD	VALOR ORIGINAL INPUTS 2015					VALOR OBJETIVO INPUTS 2015					VALOR ORIGINAL - VALOR OBJETIVO				
		DOC	ADM	GTOCC	INVES	MATRIC	DOC	ADM	GTOCC	INVES	MATRIC	DOC	ADM	GTOCC	INVES	MATRIC
1	EPN	689	615	50.204.426,57	136	11.155	689	615	50.204.426,57	136	11.155	-	-	-	-	-
2	ESPAM	175	217	10.073.241,15	9	2.556	145	117	8.754.075,14	9	2.556	-30	-100	-1.319.166,01	-	-
3	ESPOCH	1.001	675	47.103.362,97	32	15.902	582	352	25.755.601,18	32	8.273	-419	-323	-21.347.761,79	-	-7.629
4	ESPOL	885	833	53.400.596,13	176	12.563	885	536	40.489.435,81	79	11.931	-	-297	-12.911.160,32	-97	-632
5	UAE	322	195	12.589.120,00	10	5.431	273	195	12.589.120,00	7	4.172	-49	-	-	-3	-1.259
6	UCE	2.003	756	138.193.405,62	77	47.706	2.003	756	138.193.405,62	77	47.706	-	-	-	-	-
7	UC	1.257	700	60.551.881,54	92	16.925	1.257	700	51.651.385,54	88	16.360	-	-	-8.900.496,00	-4	-565
8	UG	3.383	2.195	150.541.321,48	52	64.841	3.010	2.195	150.541.321,48	52	49.633	-373	-	-	-	-15.208
9	ESPE	1.257	697	51.367.443,81	87	16.332	1.257	697	51.367.443,81	87	16.332	-	-	-	-	-
10	UEA	129	108	8.015.867,19	42	1.990	118	102	8.015.867,19	17	1.990	-11	-6	-	-25	-
11	UEB	342	166	13.277.303,36	17	4.696	284	166	13.277.303,36	7	4.263	-58	-	-	-10	-433
12	UNEMI	247	292	16.814.329,44	16	6.108	247	248	12.273.345,90	13	3.965	-	-44	-4.540.983,55	-3	-2.143
13	UNESUM	322	127	11.809.077,83	15	4.896	261	127	11.809.077,83	7	3.711	-61	-	-	-8	-1.185
14	UPSE	264	183	13.649.981,24	14	2.990	264	183	13.649.981,24	14	2.990	-	-	-	-	-
15	ULEAM	1.321	919	51.364.637,92	31	19.790	1.058	820	51.364.637,92	31	17.106	-263	-99	-	-	-2.684
16	UNACH	899	350	25.113.020,07	37	10.389	598	350	25.113.020,07	34	8.064	-301	-	-	-3	-2.325
17	UNL	674	714	29.321.539,88	17	10.595	674	714	29.321.539,88	17	10.595	-	-	-	-	-
18	UPEC	126	164	6.470.475,54	6	1.519	85	69	5.099.120,26	5	1.519	-41	-95	-1.371.355,28	-1	-
19	UTA	948	774	41.149.073,42	62	16.432	896	752	41.149.073,42	30	13.993	-52	-22	-	-32	-2.439
20	UTB	416	322	23.087.517,39	3	7.602	416	322	23.087.517,39	3	7.602	-	-	-	-	-
21	UTC	409	207	14.641.959,71	28	8.698	289	207	14.641.959,71	5	4.804	-120	-	-	-23	-3.894
22	UTMACH	672	324	30.360.076,58	19	9.533	672	324	30.360.076,58	19	9.533	-	-	-	-	-
23	UTM	963	531	41.014.432,46	34	14.908	914	531	41.014.432,46	25	13.201	-49	-	-	-9	-1.707
24	UTN	841	438	24.913.171,71	50	10.025	492	409	24.913.171,71	9	8.374	-349	-29	-	-41	-1.651
25	UTEQ	372	224	19.994.148,27	23	9.164	372	224	16.113.605,07	16	5.206	-	-	-3.880.543,20	-7	-3.958
26	UTELVT	308	286	17.249.630,02	8	5.901	308	286	15.016.745,59	5	5.180	-	-	-2.232.884,43	-3	-721
TOTAL		20.225	13.012	962.271.041,30	1.093	338.647	18.051	11.997	905.766.690,73	824	290.213	-2.174	-1.015	-56.504.350,57	-269	-48.434

**Anexo VIII: Mejoras potenciales outputs año 2015**

Nro.	UNIVERSIDAD	VALOR ORIGINAL OUTPUTS 2015			VALOR OBJETIVO OUTPUTS 2015			OUTPUTS OBJETIVO- VALOR ORIGINAL		
		GRADU	PUBLI	PROY	GRAD U	PUBLI	PROY	GRADU	PUBLI	PROY
1	EPN	1.498	116	109	1.498	116	109	-	-	-
2	ESPAM	236	-	14	675	8	21	439	8	7
3	ESPOCH	2.205	43	6	2.777	54	60	572	11	54
4	ESPOL	3.364	103	54	3.666	112	91	302	9	37
5	UAE	2.017	-	10	2.057	6	10	40	6	0
6	UCE	10.866	55	50	10.866	55	50	-	-	-
7	UC	2.726	101	37	5.631	150	117	2.905	49	80
8	UG	16.097	28	99	20.326	47	241	4.229	19	142
9	ESPE	5.652	150	116	5.652	150	116	-	-	-
10	UEA	42	-	15	381	14	18	339	14	3
11	UEB	1.774	1	9	2.042	7	10	268	6	1
12	UNEMI	1.695	10	14	1.809	11	15	114	1	1
13	UNESUM	1.537	-	-	1.911	8	4	374	8	4
14	UPSE	1.768	13	12	1.768	13	12	-	-	-
15	ULEAM	3.796	26	2	6.386	44	107	2.590	18	105
16	UNACH	1.776	30	2	3.261	55	42	1.485	25	40
17	UNL	5.896	13	18	5.896	13	18	-	-	-
18	UPEC	166	-	5	414	4	12	248	4	7
19	UTA	3.363	22	38	6.021	39	68	2.658	17	30
20	UTB	2.363	2	59	2.363	2	59	-	-	-
21	UTC	1.192	4	18	1.823	6	28	631	2	10
22	UTMACH	4.907	20	10	4.907	20	10	-	-	-
23	UTM	3.226	7	7	6.898	26	15	3.672	19	8
24	UTN	1.906	6	31	3.159	10	51	1.253	4	20
25	UTEQ	1.808	17	9	2.418	23	17	610	6	8
26	UTELVT	1.829	-	19	2.277	4	24	448	4	5
TOTAL		83.705	767	763	106.882	996	1.326	23.177	229	563

## Anexo IX: Mejoras potenciales inputs año 2016

Nro.	UNIVERSIDAD	VALOR ORIGINAL INPUTS 2016					VALOR OBJETIVO INPUTS 2016					VALOR ORIGINAL - VALOR OBJETIVO				
		DOC	ADM	GTOCC	INVES	MATRIC	DOC	ADM	GTOCC	INVES	MATRIC	DOC	ADM	GTOCC	INVES	MATRIC
1	EPN	834	699	53.027.191,72	167	13.770	834	592	52.599.385,10	167	12.454	-	-107	-427.806,62	-	-1.316
2	ESPAM	156	241	10.007.841,02	12	2.663	156	112	6.372.954,57	5	1.951	-	-129	-3.634.886,45	-7	-712
3	ESPOCH	1.098	609	55.673.101,82	131	15.450	789	609	43.034.119,48	81	13.610	-309	-	-12.638.982,34	-50	-1.840
4	ESPOL	782	613	59.347.533,00	230	11.039	782	613	59.347.533,00	230	11.039	-	-	-	-	-
5	UAE	347	200	14.082.136,20	316	1.296	248	200	14.082.136,20	11	1.296	-99	-	-	-305	-
6	UCE	2.290	727	151.579.738,29	88	38.856	2.290	727	151.579.738,29	88	38.856	-	-	-	-	-
7	UC	1.175	560	61.885.443,56	100	15.847	908	560	42.637.270,94	75	14.494	-267	-	-19.248.172,62	-25	-1.353
8	UG	2.653	2.113	131.936.326,93	86	63.397	2.258	2.113	131.936.326,93	86	37.386	-395	-	-	-	-26.011
9	ESPE	1.141	695	52.090.639,61	83	18.303	1.141	695	52.090.639,61	83	18.303	-	-	-	-	-
10	UEA	151	129	8.581.583,77	51	3.074	151	105	5.693.773,39	3	1.636	-	-24	-2.887.810,38	-48	-1.438
11	UEB	615	163	13.459.102,12	45	1.948	219	163	10.841.290,93	9	1.948	-396	-	-2.617.811,19	-36	-
12	UNEMI	312	260	17.178.910,70	15	10.398	312	260	14.600.965,95	15	5.349	-	-	-2.577.944,75	-	-5.049
13	UNESUM	272	144	12.157.831,77	16	11.010	201	144	12.157.831,77	16	4.086	-71	-	-	-	-6.924
14	UPSE	250	253	13.916.357,67	26	6.946	250	186	13.459.496,78	26	4.260	-	-67	-456.860,89	-	-2.686
15	ULEAM	1.337	824	52.598.722,91	27	16.717	919	824	45.509.253,48	27	16.717	-418	-	-7.089.469,43	-	-
16	UNACH	642	344	27.281.352,12	38	7.761	460	344	24.270.442,69	38	7.761	-182	-	-3.010.909,43	-	-
17	UNL	737	719	31.520.117,66	3	11.254	737	719	31.520.117,66	3	11.254	-	-	-	-	-
18	UPEC	134	126	6.441.571,38	4	2.390	134	94	5.052.752,55	2	1.452	-	-32	-1.388.818,84	-2	-938
19	UTA	768	875	42.469.029,39	71	14.222	768	508	38.095.026,85	71	12.464	-	-367	-4.374.002,54	-	-1.758
20	UTB	571	400	21.530.758,98	10	6.188	571	400	21.530.758,98	10	6.188	-	-	-	-	-
21	UTC	354	207	15.786.703,61	9	9.310	354	207	15.786.703,61	9	9.310	-	-	-	-	-
22	UTMACH	503	380	28.512.509,24	19	1.066	503	380	28.512.509,24	19	1.066	-	-	-	-	-
23	UTM	828	535	40.389.779,99	60	13.200	730	535	31.964.785,56	30	10.264	-98	-	-8.424.994,43	-30	-2.936
24	UTN	675	399	30.128.168,69	46	8.856	587	399	27.150.214,64	46	7.770	-88	-	-2.977.954,05	-	-1.086
25	UTEQ	369	300	21.750.054,96	37	8.157	369	300	21.750.054,96	37	8.157	-	-	-	-	-
26	UTELVT	305	424	16.210.007,14	10	4.760	305	424	16.210.007,14	10	4.760	-	-	-	-	-
TOTAL		19.299	12.939	989.542.514,25	1.700	317.878	16.978	12.212	917.786.090,28	1.196	263.833	-2.321	-727	-71.756.423,97	-504	-54.045

# **Anexo X: Mejoras potenciales outputs año 2016**

Nro.	UNIVERSIDAD	VALOR ORIGINAL OUTPUTS 2016			VALOR OBJETIVO OUTPUTS 2016			OUTPUTS OBJETIVO- VALOR ORIGINAL		
		GRADU	PUBLI	PROY	GRADU	PUBLI	PROY	GRADU	PUBLI	PROY
1	EPN	2.061	198	96	2.534	203	163	473	5	67
2	ESPAM	269	-	16	639	3	38	370	3	22
3	ESPOCH	2.540	40	76	4.857	76	145	2.317	36	69
4	ESPOL	1.828	207	199	1.828	207	199	-	-	-
5	UAE	1.378	-	3	1.437	16	6	59	16	3
6	UCE	8.150	86	93	8.150	86	93	-	-	-
7	UC	1.754	146	81	3.559	198	110	1.805	52	29
8	UG	14.482	44	84	15.082	46	135	600	2	51
9	ESPE	4.552	246	131	4.552	246	131	-	-	-
10	UEA	175	-	22	489	0	40	314	0	18
11	UEB	690	6	18	1.095	10	29	405	4	11
12	UNEMI	741	15	15	1.641	33	33	900	18	18
13	UNESUM	1.016	-	-	1.519	17	18	503	17	18
14	UPSE	859	19	26	1.422	31	43	563	12	17
15	ULEAM	4.023	25	8	5.347	33	47	1.324	8	39
16	UNACH	1.928	33	44	2.920	50	67	992	17	23
17	UNL	3.070	40	11	3.070	40	11	-	-	-
18	UPEC	112	-	11	434	0	36	322	0	25
19	UTA	1.548	65	49	3.421	144	108	1.873	79	59
20	UTB	1.848	1	152	1.848	1	152	-	-	-
21	UTC	1.441	18	20	1.441	18	20	-	-	-
22	UTMACH	2.570	32	5	2.570	32	5	-	-	-
23	UTM	2.594	12	118	3.574	24	163	980	12	45
24	UTN	1.341	25	44	1.986	70	123	645	45	79
25	UTEQ	3.336	40	42	3.336	40	42	-	-	-
26	UTELVT	2.664	-	21	2.664	-	21	-	-	-
TOTAL		66.970	1.298	1.385	81.414	1.624	1.978	14.444	326	593